



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del Smed para mejorar la productividad en  
los cambios de formatos de una empresa manufacturera,  
Santa Clara, 2016.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

Luis Edilberto Olaya Nole

**ASESOR**

Ing. Ronald Dávila Laguna

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Sistema de Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**

**2017**

## **Página del jurado**

---

Ing. Dr. ....

**Presidente**

---

Ing.

.....  
**Secretario**

---

Ing

.....  
**Vocal**

### **Dedicatoria**

El siguiente trabajo está dedicado a Dios, la familia, compañeros de trabajo, profesores y amistades que me apoyaron incondicionalmente.

### **Agradecimiento**

A los profesores, la familia y compañeros de trabajo que me apoyaron a realizar mis sueños y así hacer posible la culminación de mis estudios.

## **Declaración de autenticidad**

Yo Olaya Nole, Luis Edilberto con DNI N° 10721040, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, enero de 2017.

.....  
Luis Edilberto Olaya Nole

D.N.I. N° 10721040

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada, “Aplicación del Smed para mejorar la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

La investigación se ha dividido en ocho capítulos teniendo en cuenta el esquema de investigación dado por la universidad. En el capítulo I se realiza la introducción de la investigación que explica la realidad problemática, y se exponen los trabajos previos, teorías relacionadas, formulación del problema, justificación, hipótesis y objetivos. En el capítulo II se considera al método utilizado, junto al diseño de investigación, variables y operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos, métodos de análisis y aspectos éticos. En el capítulo III se muestran los resultados a través de las herramientas de ingeniería en los procesos de la empresa. En el capítulo IV, se expone la discusión de los resultados. En el capítulo V se dan a conocer las conclusiones. En el capítulo VI se redactan las recomendaciones. Por último, en el capítulo VII se tienen las referencias y en el capítulo VIII se muestran los anexos de la investigación

Luis Edilberto Olaya Nole

## Índice

PÁGINA DEL JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	18
1.2. TRABAJOS PREVIOS	22
1.2.1. A Nivel Internacional	22
1.2.2. A Nivel Nacional	25
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	28
1.3.1. Smed	28
1.3.2. Productividad	39
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	42
1.4.1. Problema general	42
1.4.2. Problemas específicos	43
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	43
1.5.1. Justificación teórica	43
1.5.2. Justificación económica	43
1.5.3. Justificación tecnológica	44
1.5.4. Justificación práctica	44
1.5.5. Justificación metodológica	45
1.6. HIPÓTESIS	45
1.6.1. Hipótesis general	45
1.6.2. Hipótesis específicas	45
1.7. OBJETIVOS	46

1.7.1. General	46
1.7.2. Específicos	46
II. MÉTODO	47
2.1.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	48
2.1.1. Método hipotético-deductivo	48
2.1.2. Explicativo	48
2.1.3. Diseño cuasi experimental	49
2.1.4. Investigación longitudinal	49
2.1.5. Enfoque cuantitativo	49
2.2.VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	49
2.2.1. Variable Independiente:	49
2.2.2. Variable Dependiente:	49
2.2.3. Operacionalización de variables	50
2.3.POBLACIÓN Y MUESTRA	51
2.3.1. Población	51
2.3.2. Muestra	51
2.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51
2.4.1. Técnicas	51
2.4.2. Instrumentos	51
2.4.3. Validez	52
2.4.4. Confiabilidad	52
2.5.MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	52
2.6.ASPECTOS ÉTICOS	53
III. RESULTADOS	54
3.1.PROCESOS DE LA EMPRESA	55
3.1.1. Procesos de producción	60
3.2.IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO	72
3.2.1. Implementación de propuestas de mejora	72
3.2.2. Beneficios de la aplicación	88
3.3.COMPARACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN	88



3.3.1.	Costos de la aplicación	88
3.3.2.	Incremento de la productividad	89
3.3.3.	Análisis costo-beneficio	90
3.4.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	90
3.4.1.	Contrastación de Hipótesis General	90
3.4.2.	Contrastación de Hipótesis Específicas	97
3.4.3.	Hipótesis Específica 1	97
3.4.4.	Hipótesis Específica 2	104
3.4.5.	Evaluación de la Validez de la Hipótesis General	111
IV.	DISCUSIÓN	112
V.	CONCLUSIÓN	115
VI.	RECOMENDACIONES	117
VII.	REFERENCIAS	119
VIII.	ANEXOS	123

## Índice de Figuras

Figura 1 Tiempos por cambio de estaciones críticas	21
Figura 2 Herramienta causa efecto	21
Figura 3 Mapa de flujo de cambio	31
Figura 4: Diagrama del Pareto: Objetivos del proyecto	36
Figura 5 Diagrama de pareto: Tiempos por cambios de estaciones críticas	37
Figura 6 Diagrama SIPOC	38
Figura 7 Diagrama de Ishikawa	38
Figura 8 Mapa de procesos de la empresa	56
Figura 9 Distribuidor de la planta	57
Figura 10 Estación de máquina para cambios de formato.	58
Figura 11 Flujograma de los cambios de formato	59
Figura 12 Componentes del Pañal	60
Figura 13 Molino	61
Figura 14 Pockets	62
Figura 15 Flujo de procesos de fabricación de pañales	63
Figura 16 Diagrama de proceso de pañales desechables	64
Figura 17 Diagrama de bloques de proceso de pañales desechables	65
Figura 18 Herramientas causa - efecto	67
Figura 19. Diagrama de Pareto	71
Figura 20 Tiempos de cambios de formatos BCM	73
Figura 21 Cambios en tiempo en minutos	74
Figura 22 DAP antes	75
Figura 23 DAP mejorado	76
Figura 24 Transporte de pockets	77
Figura 25 Carrito de pokayotke	77

Figura 26 Uso correcto de herramientas	78
Figura 27 Regulación de punteros laser	80
Figura 28 Recubrimiento de rodillo	81
Figura 29 Uso correcto de lubricadores	82
Figura 30 Mejora de parte electrónica	84
Figura 31 Seguimiento de productividad	85
Figura 32 Comparación de la productividades antes y despues de Smed	89
Figura 33 Grafico Q-Qnormal de productividades antes	94
Figura 34 Grafico Q-Qnormal de productividades despues	94
Figura 35 Histograma de productividad (antes)	95
Figura 36 Histograma de productividad (después)	95
Figura 37 Histograma de eficiencia (antes)	101
Figura 38 Histograma de eficiencia (después)	101
Figura 39 Histograma de eficiencia (antes)	102
Figura 40 Histograma de eficienciaai (después)	102
Figura 41 Grafico de eficacia (antes)	108
Figura 42 Grafico de eficacia (después)	108
Figura 43 Histograma de eficacia (antes)	109
Figura 44 Histograma de eficacia (después)	109

## Índice de Tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.	50
Tabla 2 Causas según Ishikawa.	68
Tabla 3 Análisis de las causas mediante Pareto.	69
Tabla 4 Propuesta por cada oportunidad de mejora.	70
Tabla 5 Cronograma de Actividades.	72
Tabla 6 Formato de plan de cambio de grado.	83
Tabla 7 Tiempo de ajustes de cambio.	86
Tabla 8 Plan de acción en formación.	87
Tabla 9 Costo por personal para la implementación.	89
Tabla 10 Inversión total de la propuesta.	89
Tabla 11. Ahorro por reducción de tiempo.	90
Tabla 12 Relación Beneficio/Costo.	90
Tabla 13. Prueba de normalidad.	92
Tabla 14. Determinación de normalidad.	92
Tabla 15. Productividad.	92
Tabla 16. Estadísticos descriptivos (Hipótesis general).	93
Tabla 17. Prueba T para muestras relacionadas.	96
Tabla 18. Correlaciones de muestras relacionadas.	96
Tabla 19. Prueba de muestras relacionadas.	96
Tabla 20. Prueba de normalidad.	98
Tabla 21. Determinación de normalidad.	98
Tabla 22. Eficiencia.	99
Tabla 23. Estadísticos descriptivos (Hipótesis específica 1).	100
Tabla 24. Prueba T para muestras relacionadas.	103

Tabla 25. Correlaciones de muestras relacionadas.	103
Tabla 26. Prueba de muestras relacionadas.	103
Tabla 27. Prueba de normalidad.	105
Tabla 28. Determinación de normalidad.	105
Tabla 29. Eficacia.	106
Tabla 30. Estadísticos descriptivos (Hipótesis específica 2).	107
Tabla 31. Prueba T para muestras relacionadas.	110
Tabla 32. Correlaciones de muestras relacionadas.	110
Tabla 33. Prueba de muestras relacionadas.	110
Tabla 34- Análisis de la Aceptación de la Hipótesis General .	111

## **Índice de Anexos**

Anexo 1. Matriz de coherencia	124
Anexo 2. Instrumento de investigación	125
Anexo 3. Plan de cambio de formato	127
Anexo 4. Instrumento de medición	128
Anexo 5. Informe de Calibración	129
Anexo 6. Datos tomados.	130
Anexo 7. Costo por paradas	131
Anexo 8. Reporte de producción	132
Anexo 9. Tiempo de ajustes de cambio	133
Anexo 10. Formato de plan de acción de formación	134
Anexo 11. Flujograma de los cambios de formato	135
Anexo 12. Validación de expertos	136

## RESUMEN

*“Aplicación del Smed para mejorar la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016”* tuvo por objetivo determinar como la aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016. Santos, Wysk y Torres al respecto de Smed señala que las operaciones de cambios deben hacerse en menos de diez minutos, teniendo como dimensiones: Etapa preliminar para luego continuar con la primera etapa de separar tareas internas y externas, segunda etapa de convertir tareas internas a externas; y la tercera etapa: Mejorar todas las tareas. García Cantú al respecto de la Productividad señala que “Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de producción que intervinieron”, se tiene como dimensiones: La Eficiencia y la Eficacia. La población de estudio estuvo conformada por la producción de pañales en 16 semanas de producción del período de tiempo comprendido entre los meses de agosto de 2015 y abril 2016. La muestra fueron las 16 semanas de una línea de producción de pañales de la empresa manufacturera, observado entre los meses de mayo y agosto de 2015 para el pre test y de enero a abril de 2016 para el post test. La investigación fue aplicada de diseño cuasi experimental. Se usaron técnicas de observación y hojas de registro. Se procesaron y se analizaron los datos recolectados empleando el software SPSS versión 21. Finalmente se llegó que la aplicación del Smed mejora significativamente la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016. La media de la productividad antes del Smed es de 46,181.25 y la media del puntaje de la productividad después del Smed es de 48,791.25.

Palabras claves: Smed, productividad, producción de pañales.

Santos, Wysk y Torres

Autor principal Variable Independiente

García Cantú

Autor principal Variable Dependiente

## ABSTRACT

"Application of Smed to improve productivity in the changes of formats of a manufacturing company, Santa Clara, 2016" aimed to determine how the use of Smed improve productivity in the changes of formats of a manufacturing company, Santa Clara, 2016. Santos, Wysk and Torres in this respect of Smed indicates that the operations of the changes are made in less than ten minutes, having as dimension: Preliminary stage to then continue with the first stage of separating internal and external tasks, second stage of converting internal tasks Externalities And the third stage: Improve all tasks. García Cantú with respect to Productivity states that "The relationship between the products achieved and the inputs that were used for the factors of production that intervened", has as its dimensions: Efficiency and Efficiency. The study population consisted of the production of diapers in a period of 16 weeks of production from the time period between August 2015 and April 2016. The sample was the 16 weeks of a production line of breads from the manufacturing company, observed between the months Of May and August of 2015 for the pretest and of January one of April of 2016 for the test of the pole. The research was applied with quasi experimental design. Observation techniques and log sheets were used. The data collected and analyzed using SPSS software version 21 were processed and analyzed. Finally came that the application of Smed significantly improving productivity in the changes of formats of a manufacturing company, Santa Clara, 2016. The media Productivity before Smed is 46,181.25, and the average productivity score after Smed is 48,791.25.

Keywords: Smed, productivity, production of diapers.

Santos, Wysk y Torres

Primary author Variable Independiente

García Cantú

Primary author Variable Dependiente



## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La preparación rápida fue una innovación para organizar científicamente la producción que provino como aporte de científicos japoneses. De esta manera, conforme a su creador, Shigeo Shingo, el sistema SMED, se originó en trabajos bajo su encargo, en 1950, en la fábrica Toyo Kogyo de Mazda. Sin embargo, se desarrolló completamente en los años setenta del siglo XX en los trabajos para Toyota, adoptando por los mismos operarios, el SMED como pilar básico de toda la fabricación. Con tal fin, para su aplicación se requirió un cambio de actitud, una metodología de mejora continua por medio de frecuentes esfuerzos para lograr obtener tiempos de preparación cortos (Rajadell et al, 2010, p. 124)<sup>1</sup>

La productividad como variables se presenta por primera vez en el texto de un artículo de Quensay en Inglaterra durante el año 1776, período en el que se iniciaba el estudio de la economía como ciencia (“La riqueza de las naciones” de Adam Smith). Posteriormente, se muestra el concepto en 1883. En ese sentido, Littke definió productividad como “la facultad de producir es igual al de deseo de producción”, haciendo referencia a producir conforme a la capacidad instalada o el tamaño de la planta. Las primeras investigaciones sobre productividad desde un enfoque económica la hacían dependiente de factores como trabajo y capital. En la actualidad, se conocen diversos factores que influyen en el comportamiento de la productividad, entre ellas la tecnología que se expresa en la maquinaria utilizada por una empresa.

En el Perú, según la Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática (ONGEI), se destaca que es necesaria la implementación de estrategias que permitan una mayor productividad a fin de ser y permanecer competitivos en el ámbito empresarial (ONGEI, 2010, p. 1). De este modo, se hace hincapié a una

---

<sup>1</sup> RAJADELL Carreras, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos, 2010, 268 p.

metodología que determine las estrategias que le otorguen competitividad. Esta metodología que permite alcanzar la competitividad es la aplicación del Smed. La empresa peruana requiere de una metodología que le permita mejorar la disponibilidad de las máquinas y el cumplimiento del programa de producción, es por ello que necesita de esta metodología para así mejorar su productividad y reducir los tiempos muertos.

Este estudio se realiza en una empresa manufacturera en el área de producción. Kimberly-Clark fue fundada en 1872 por John Kimberly, Frank Shattuck, Havilah Babcock, y Charles Clark en Neenah, Wisconsin (Estados Unidos) como empresarios dedicados a la fabricación de papel. Es en los años 70 que Kimberly-Clark inició con la fabricación de pañales desechables. Con nuevas plantas ubicadas en México, Alemania y Perú abarca la fabricación tanto de papel higiénico como pañales. Las actividades operativas en Perú comenzaron en 1995 cuando se adquirió la empresa papelería familiar Unicel S.A. En 2008 se inaugura la planta de producción en Santa Clara, orientada a fabricar pañales y toallas higiénicas, actividades que fueron concentradas en Perú.

La empresa en el Perú lleva el liderazgo en la producción de artículos para el cuidado e higiene personal y familiar. Por ello, brinda pañales de uso para niños y adultos, además de toallas femeninas, pañuelos faciales, servilletas, entre muchos otros. Tiene por visión: “Guiar al mundo en lo esencial para una vida mejor”.

Se tiene una limitación para el cumplimiento de la misión ya que no puede liderar el sector empresarial sino mejora la productividad, si no puede ofrecer mejoras para la salud, para la higiene y para el bienestar personal, o si no se produce con calidad los productos para el consumo.

La metodología Smed que comprende las etapas: (1) Etapa preliminar; (2) Etapa primera: Separación de tareas internas y externas; (3) Etapa segunda: Conversión de tareas internas en externas y (4) Etapa tercera, consistente en mejorar todas las tareas, que se consideran debido a que la empresa no cumple con sus

tiempos de cambios de formatos y su tiempo de funcionamiento es bastante pobre.

De la misma manera no se está cumpliendo con los tiempos de funcionamiento de las maquinarias ya que se están tomando tiempos de cambios mayores al tiempo real. Los insumos utilizados están siendo mayor a los insumos programados, por tanto la productividad se está viendo muy afectada.

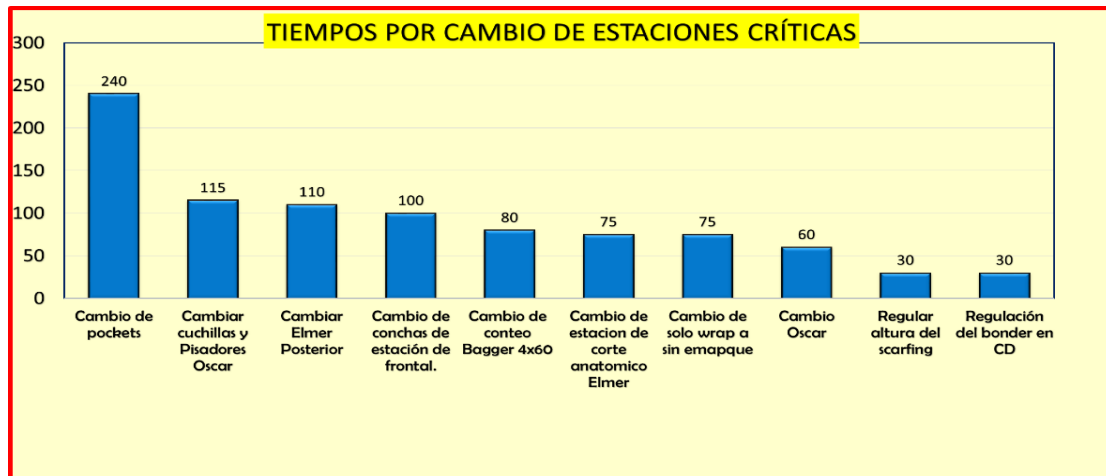
Ante la problemática mencionada se propone optimizar el tiempo que demora un cambio de formato en la producción pañales, precisamente por la metodología en mención. En los cambios de formato se genera un desperdicio de hasta 6%, y con un tiempo de hasta 4 horas de tiempo perdidos en un día 24 horas. Este cambio se ejecuta en el turno 1, tomando en cuenta que los tiempos de jornada son de 8 horas por turno.

Para lograr la reducción del tiempo de preparación durante los cambios de lotes de piezas es un problema escogido entre otros por que tiene como consecuencias tiempos desperdiciados en la producción, demora en la producción que es un problema constante en la empresa. De todos los cambios de estaciones uno de los genera mayor tiempo de cambio es la estación de formación o *pockets* del colchón.

Con la metodología del Smed se superan uno de los mayores problemas en cuanto a los tiempos de ejecución al realizar los cambios de pasar de una talla a otra, y así ser más flexibles en cuanto a la demanda del mercado en lo que se refiere a productos para la higiene personal.

**Figura 1**

**Tiempos por cambio de estaciones Críticas**

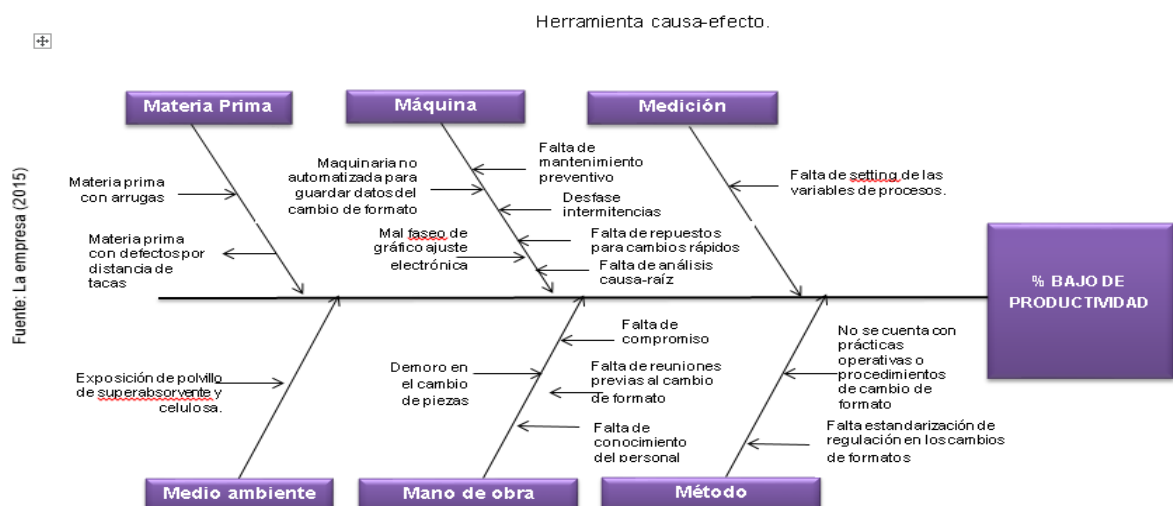


Fuente: Elaboración propia (2016)

Por ello, la investigación se planteó por objetivo determinar de qué manera la aplicación del Smed mejorará la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, considerando que tal mejora es relevante para el crecimiento sostenido de la empresa.

**Figura 2**

**Herramienta causa - efecto**



Fuente: Elaboración propia (2016)

## 1.2. TRABAJOS PREVIOS

### 1.2.1. A Nivel Internacional

**HERNÁNDEZ, E.** (2015),<sup>2</sup> *“Propuesta de reducción del retraso de productos terminados en el área de producción de una empresa metalmecánica mediante la Teoría de las Restricciones y herramientas Lean”* para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Ciencias Aplicadas del Perú.

Tuvo por objetivo incrementar la productividad de la organización, y relacionarla directamente con la rentabilidad. Siguió una metodología aplicada de nivel explicativa. Tuvo por conclusión: Para descartar el tiempo improductivo ocasionado por el cuello de botella, se aplicó el SMED, identificándose las operaciones del set-up que necesitan de la máquina apagada y realizar las mismas operaciones cuando está encendida. Se propuso realizar limpieza de las luminarias antes del pintado con dos operarios, en lugar de uno, además de implementar un sistema electroneumático para ahorro del tiempo en la recarga y cambio de pintura en el lecho de los contenedores.

El aporte de esta investigación es de reducir significativamente las horas improductivas en el área, logrando mayor tiempo productivo para elaborar más productos, incrementándose la capacidad disponible.

**MINOR, O. J.** (2014),<sup>3</sup> *“Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos”*, México, para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Autónoma de México. Consideró por objetivo la reducción de los tiempos de limpieza y ajuste de cambios en formato menor, en la línea de acondicionamiento de sólidos en una empresa de fármacos. Siguió una metodología aplicada de nivel explicativa. Conclusiones: En el trabajo los tiempos más grandes en que la línea de acondicionamiento está detenida son claramente

---

<sup>2</sup> HERNÁNDEZ Quispe, Edison Yordano. *Propuesta de reducción del retraso de productos terminados en el área de producción de una empresa metalmecánica mediante la Teoría de Restricciones y herramientas Lean*. Tesis (ingeniero industrial)

<sup>3</sup> MINOR López, Oscar Jair. *Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos*. Tesis. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014, 116 p.

los tiempos de paro de línea, es el elemento crítico que se debe atacar en las demás líneas así como en la parte de manufactura para todos los departamentos de acondicionamiento y manufactura de la empresa y no solo las limpiezas menores sino con mayor criticidad las limpiezas mayores que son las que le suman mayor tiempo muerto a las líneas de empaque. Los alcances de la tesis nos ayudan a tener claridad cómo reducir los tiempos de los cambios ya que también se conecta con la investigación de este estudio.

La investigación se valora porque la implementación de la metodología SMED en sus procesos de manufactura. La actividad de limpieza se destaca como elemento principal a fin de obtener la reducción de tiempos durante las paradas de la línea de producción.

**VÁSQUEZ, D. A.** (2011).<sup>4</sup> *“Propuesta de un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área: ‘Construcción de llantas de camión radial’ de la empresa Continental Tire Andina S.A.”*, Cuenca, tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana.

Sostuvo como objetivo desarrollar un plan aplicando SMED en el área de construcción de llantas. Siguió una metodología aplicada de nivel explicativa. Concluye que en el área industrial del austro del Ecuador, y en particular de Cuenca, se encuentran empresas diversas cuya actividad principal es la manufactura, que presentan problemas en común. La empresa en estudio se caracteriza por años de muchos cambios en sintonía con las industrias del sector. Se invierte en recursos para la investigación y desarrollo de materiales, herramientas y métodos para obtener eficiencia y eficacia alcanzando los índices de productividad y balances financieros deseados.

El estudio científico determina los puntos más sensibles de los cambios para aplicar la metodología SMED, coincidiendo con el presente estudio producir lotes con mayor flexibilidad.

---

<sup>4</sup> MINOR López, Oscar Jair. *Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos*. Tesis. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014, 116 p.

**PUYEN, E.** (2011)<sup>5</sup> en la tesis denominada *“Análisis de un sistema de producción bajo el enfoque Lean Manufacturing para la optimización de la cadena productiva de la empresa Induplast”*, Chiclayo, tesis para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Tuvo como objetivo proponer soluciones al problema con base en la metodología Lean Manufacturing mejorar la productividad de la organización en estudio. Siguió una metodología aplicada de nivel explicativa. Entre sus conclusiones se encuentran las siguientes: El SMED es un método que se utiliza en la reducción de tiempos de cambio de formato en máquinas o línea de producción, con la finalidad de alcanzar efectividad durante el cambio de herramientas con un tiempo menor a diez minutos.

El estudio es importante porque las máquinas se preparan y se ajustan herramientas fuera de las operaciones de las máquinas (preparación externa) y durante la máquina detenida, buscando que este paro sea en el menor tiempo posible. Y con el fin de cambiar la mayoría de operaciones internas en operaciones externas se requirió equipo para filmación y análisis para optimizar los procesos.

**SICAJÁ, D.** (2010)<sup>6</sup> en la tesis *“Rediseño del sistema de control para mejorar la productividad y la eficiencia de la producción de cereal de arroz recubierto con chocolate”*, Guatemala, para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Estableció por objetivo rediseñar la producción de cereal con la finalidad de obtener calidad mediante un procedimiento estándar con el uso de registros en el área de producción. Tuvo una metodología cuantitativa, con metodología aplicada, explicativa y de diseño experimental. Entre sus conclusiones señala que un sistema de control productivo se orienta a mejorar estableciendo procedimientos que permitan mantener el control y el seguimiento de la

---

<sup>5</sup> PUYEN Barturen, Elvia Rosa. *Enfoque Lean Manufacturing para la optimización de la cadena productiva de la empresa Induplast*. Tesis (ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 129 p.

<sup>6</sup> SICAJÁ Aldi, Douglas Alexander. *Rediseño del sistema de control para mejorar la productividad y la eficiencia de la producción de cereal de arroz recubierto con chocolate*. Tesis (Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010, 182 p.



producción. Para el logro de la efectividad es requisito implicar al personal en el proceso, y obtener los índices de calidad, índices de eficiencia y de productividad que posibilitan la evaluación día a día para laborar con metas de producción. Con la aplicación de la mejora se logró un incremento de la productividad mayor al 6,9% actual. Asimismo, las hojas de control del proceso hizo posible la verificación para la reducción de tiempos de paros innecesarios, logrando aumentar el índice de eficiencia por cada turno de producción, lográndose de 10% y 40%.

Estos alcances del tesista sirven para poner como ruta a cómo incrementar la productividad en un tiempo determinado mediante el control y el monitoreo, que son parte del proceso de producción en esta investigación.

### **1.2.2. A Nivel Nacional**

**PÉREZ, J.** (2013),<sup>7</sup> en la tesis *“Plan de mejora para la reducción del tiempo de cambio de formato (set-up) en una máquina electrosoldadora de malla para el sector construcción aplicando metodología SMED”*, para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Ciencias Aplicadas del Perú.

Tuvo por objetivo plantear un plan de mejora que permita aumentar la productividad en una planta del sector industrial metalmecánico en el rubro de los alambres de acero, basado específicamente en una máquina electrosoldadora de mallas para el sector construcción. Siguió una metodología aplicada de nivel explicativa. A partir de un enfoque basado en reducir los tiempos de cambio con uso de la metodología SMED, proponer las mejoras respectivas que ayuden a atender una demanda insatisfecha. En el primer capítulo se detalla el marco teórico que permita sentar las bases sólidas del conocimiento sobre reducir los tiempos de cambio con el uso de la metodología SMED. En el segundo capítulo se analiza el proceso de cambio de formato (set-up) en la máquina electrosoldadora de mallas y se realiza el diagnóstico respectivo para identificar las principales causas que generan mayor tiempo de parada de máquina. En el

---

<sup>7</sup> PÉREZ, J. (2013), *“Plan de mejora para la reducción del tiempo de cambio de formato (set-up) en una máquina electrosoldadora de malla para el sector construcción aplicando metodología SMED”*, (Ingeniero Industrial). Universidad de Ciencias Aplicadas del Perú.

tercer capítulo se plantea el plan de mejora para disminuir los tiempos de cambio (set-up) en una máquina electrosoldadora de mallas considerando para ello, los beneficios inherentes que se generen. Respecto del cuarto capítulo, se presentaron conclusiones y recomendaciones finales para el desarrollo e implementación con éxito del plan de mejora, con la finalidad de reducir los tiempos de cambio (set-up).

La significatividad de la investigación es de reducir los tiempos de cambios para ayudar en atender una demanda insatisfecha, permitiendo así aumentar la productividad.

**MEJÍA, S. A.** (2013).<sup>8</sup> *“Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”*, Lima, tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Presentó como objetivo la mejora del índice de eficiencia de las líneas de confección de ropa interior. Siguió una metodología aplicada de nivel explicativa. Tiene como conclusión que se propuso aplicar herramientas de manufactura esbelta para dar solución a los problemas vinculados a la baja productividad, las que consistieron en la aplicación de la metodología 5S's además del mantenimiento autónomo y la metodología del SMED (Single Minute Exchange of Die).

Los aportes de la investigación fue obtener la mayor productividad reduciendo significativamente los tiempos de cambios.

**OLIVARES, H.** (2013),<sup>9</sup> *“Propuesta de reducción de setup en el área de extrusión para la producción de tubos de polietileno de alta densidad en una empresa de*

---

<sup>8</sup> MEJIA Carrera, Samir Alexander. *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Tesis (ingeniero industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013, 119 p.

<sup>9</sup> OLIVARES Checa, Harry. *Propuesta de reducción de setup en el área de extrusión para la producción de tubos de polietileno de alta densidad en una empresa de plásticos*. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas del Perú. 2013, 108 p.

*plásticos*”, para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Ciencias Aplicadas del Perú.

Tuvo por objetivo reducir el setup en el área de extrusión para producir tubos de polietileno de alta densidad en una empresa de plásticos. Siguió una metodología aplicada de nivel explicativa. Concluye que se lograron reducir los tiempos en el proceso.

El aporte de esta finalidad es seguir los pasos de la metodología Smed para reducir los tiempos de cambios, ayudando a fortalecer este trabajo.

**RAMOS**, J. (2012)<sup>10</sup> en la tesis *“Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta”*; Ingeniero Industrial de la facultad de ciencias e Ingeniería; Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú.

Tuvo por objetivo analizar y la proponer la mejora del sistema productivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta a fin de disminuir los costos de las operaciones, eliminar actividades que no producen valor y el aumento de la disponibilidad, incremento del índice de eficiencia y calidad de la línea de producción. La metodología fue aplicada, explicativa y de diseño experimental. Entre sus conclusiones se encuentra: Realizado el análisis de la situación actual de la empresa, y con la comparación del análisis financiero y los beneficios deseados por la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta consideradas, se concluyó que la aplicación cuenta con la factibilidad de ser realizado en la línea de fideos largos P35 con un VAN FCE de S/: 141 505,05 mayor a cero y una TIR FCE de 34,13% mayor al COK. Se consideraron indicadores en función PQCDMS (Precio, Calidad, Costo, Entrega, Seguridad y Moral), pues sientan el punto de partida para la aplicación de cada mejora. La información recolectada requerida hizo posible identificar los problemas que mostraban cantidad de desperdicios acumulados enfocados por la manufactura esbelta.

---

<sup>10</sup> RAMOS Flores, José Miguel. *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Tesis (ingeniero industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012. 131 p.

Como aporte se considera el que desarrolla diversas herramientas para diagnosticar la situación actual de la organización y propone mejoras cuyos procedimientos pueden ser aplicados a la presente investigación.

**PALOMINO, M. A. (2012).** <sup>11</sup>*“Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes”*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial en la PUCP. Tiene por objetivo proponer mejoras en el incremento del índice de eficiencia de las líneas de envasado en una planta productora de lubricantes. Siguió una metodología aplicada de nivel explicativa. Conclusiones: Con la finalidad de reducir los tiempos de las paradas de máquina se usa la metodología SMED, junto a 5S y JIT. Con ellas se logra la reducción de 73%, 27% y 80% en los tiempos según objetivos planteados. Se muestra la mejora del 20% en el indicador OEE y un ahorro en las horas hombres, mayor capacidad en la producción, tiempos mejorados de respuesta y el cumplimiento de las entregas, incremento de ventas e incremento de rentabilidad.

La investigación es sostenible porque su aporte tiene resultados vinculados a la eficiencia que es el proceso que también se conecta con la investigación presentada.

### **1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1. Smed**

##### **A. Definición de Smed**

“El SMED se traduce, literalmente, como <<cambio de utillajes en minutos de un solo dígito>> es decir, que las operaciones de cambio deben de hacerse en menos de diez minutos” (Santos, Wysk y Torres, 2010, p. 145).

Aquí nos indica el autor que los cambios de formatos o piezas se deben hacer en el menor tiempo posible.

---

<sup>11</sup> PALOMINO Espinoza, Miguel Alexis. *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes*. Tesis (ingeniero industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.

“Las técnicas SMED (single minute exchange of die) o cambio rápido de herramienta, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio (setup). El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida del producto “A” y la primera pieza producida del producto “B”, que cumple con las especificaciones dadas” (Rajadell et al, 2010, p. 123).<sup>12</sup>

Se entiende que es el tiempo de la última pieza producida y la primera pieza del producto.

“El SMED es una metodología destinada a mejorar el tiempo de las tareas de cambio de máquina y utillaje para dar el máximo aprovechamiento a la máquina, reducir el tamaño de los lotes, reducir los costos” (Cruelles, 2012, p. 318).<sup>13</sup>

Debemos entender que también que el Smed debe dar la máxima capacidad de la máquina.

"El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED" (Shigeo Shingo, 2003, p.15).

Resalta también que el Smed reduce el plazo de la fabricación de los productos

SMED es el acrónimo de las palabras "Single -Minute Exchange of Dies", que significa que los cambios de formato o herramienta necesarios para pasar de un

---

<sup>12</sup> RAJADELL Carreras, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos, 2010, 268 p.

<sup>13</sup> CRUELLES, José. *Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Alfa omega grupo editor, S.A de C.V., México, 2013. 220 p.

lote al siguiente, se pueden llevar a cabo en un tiempo inferior a 10 minutos. (Espin, 2013, p.5).<sup>14</sup>

La metodología SMED ayuda a reducir significativamente los tiempos de cambios de formatos y dar el mejor aprovechamiento a las máquinas que hacen cambios de formatos.

### **Características:**

Según Santos, Wysk y Torres:<sup>15</sup>

Shingo comprendió entonces que debía haber dos tipos de operaciones en el proceso de cambio:

Operaciones cuyas actividades se debieran realizar cuando la máquina se encuentre funcionando y produciendo piezas de lote anterior, que Shingo llamó operaciones **externas**.

Operaciones cuyas actividades son necesarias de realizar cuando la máquina se encuentre detenida y las que denominó operaciones **internas**.

### **Importancia:**

Según Rajadell “La aplicación de las técnicas SMED se manifestarán en que el equipo puede responder rápidamente a los cambios en la demanda (mayor flexibilidad de la línea), ya que se reduce el tiempo de fabricación y además permite alcanzar una capacidad de producción mayor y a su vez reducir el stock y los errores mediante unos cambios son más seguros”.

Para la implementación de la metodología SMED se requiere preguntarse si la empresa y el equipo conformado para la aplicación de SMED, se encuentra

---

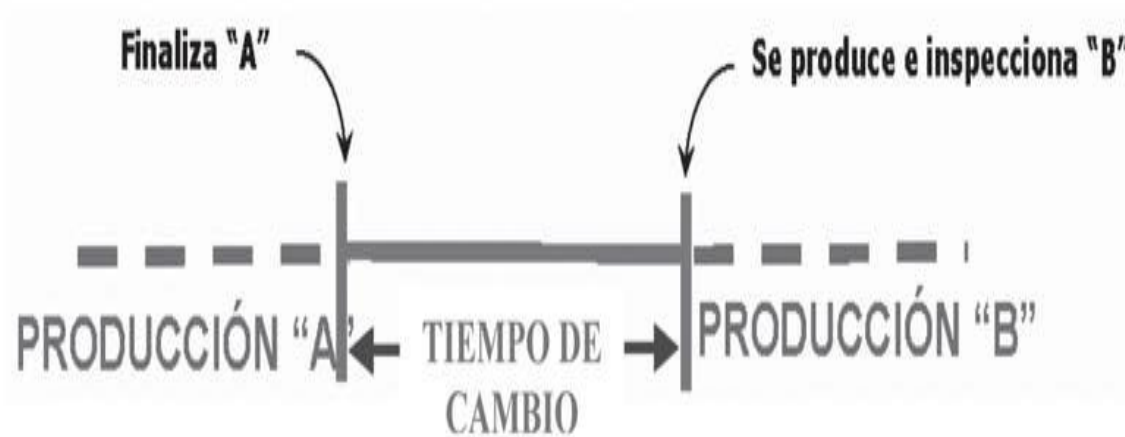
<sup>14</sup> ESPIN Carbonell, Francisco. Técnica SMED. *Reducción del tiempo preparación*. Revista de investigación, 2013, 11 p.

<sup>15</sup> Santos J., Wysk, R., Torres, J.M.; Mejorando la producción con Lean Thinking. 2010, Pirámide, Madrid.

realmente preparado para obtener éxito en una carrera de Fórmula 1, pues todos los métodos de mejora se necesita de constancia en el objetivo, de forma tal de hacer frente al miedo con los cambios.

Figura 3

Mapa del flujo de cambio



Fuente: Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad

### **Dimensiones de Smed**

La metodología SMED está conformada por 4 etapas, las cuales constituyen las dimensiones a ser aplicadas.

#### **Etapla preliminar. Estudio de la operatividad**

La etapa preliminar del SMED consiste en estudiar la operatividad actual del cambio, porque lo que no se conoce no se puede mejorar. Es necesario conocer la media y la variabilidad del tiempo de cambio y a qué es debida esta última. (Santos et al, 2010, p. 153).

Por tanto en esta etapa es preciso registrar los tiempos actuales de cambio. En algunas empresas los cambios son frecuentes y resulta sencillo realizar varias mediciones. En otras, sin embargo, los cambios pueden ser esporádicos y hay que conformarse con los datos referentes a uno o dos estudios. Para la toma de

datos debe de procederse de forma análoga a la que se sigue en la toma de tiempos de una operación.

De hecho un cambio no es más que un conjunto de operaciones. Es importante a la hora de comenzar el estudio aclarar, principalmente al preparador (si existe esa figura en la empresa), que el objeto del SMED no es eliminar su puesto de trabajo. Siempre será necesaria una persona especialista para determinadas tareas. En ocasiones, la oposición del preparador puede hacer fracasar el proyecto; por tanto, es importante asegurarse de que los especialistas no se sientan amenazados.

### **Primera etapa. Separar tareas internas y externas**

La primera etapa refiere a la separación de operaciones que se realizan cuando la máquina se encuentra procesando el lote anterior, es decir, operaciones externas, y las que se requerirán ejecutar estando las máquinas paradas, es decir, operaciones internas. Se tiene por objetivo realizar la separación de las tareas que responden a la clasificación tanto interna como externa. (Santos et al, 2010, p. 153).

Además en esta etapa hay que asegurar que las operaciones que se defina como operaciones externas se realicen con la máquina funcionando. A primera vista parece que no es necesario explicar al operario que las herramientas necesarias para el cambio y el nuevo utillaje deben estar preparados antes de empezar el cambio, para ganar tiempo de producción.

En la práctica no es habitual que las tareas externas empiecen antes de terminar el lote anterior. La razón principal para no hacerlo suele ser la falta de orden y de tiempo para prepararlos.

En esta etapa se consiguen los mayores beneficios del SMED y es posible reducir el tiempo de cambio hasta en un 60 por 100, en algunos casos, sin invertir dinero.

### **Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas**

La reducción que se obtiene en el primer momento o etapa de la metodología



SMED en la mayoría de los casos no es suficiente, así que el SMED continúa. Para reducir más el tiempo de cambios se plantea la necesidad de convertir algunas de las tareas internas en externas, de forma que se realicen con la máquina funcionando (Santos et al, 2010, p. 154).

Esta segunda etapa involucra dos aspectos importantes:

La reevaluación de las operaciones internas con el fin de obtener la comprobación si alguno de los pasos se ha considerado erróneamente como interno.

Realizar la búsqueda de alternativas que permita desarrollar las operaciones internas, o parte de ellas, cuando la máquina se encuentra funcionando. Por ejemplo, ¿es posible amarrar un molde a una prensa antes de colocarlo en ella? La respuesta es que sí.

Lógicamente, la mayor cantidad de ideas que se generan durante esta segunda etapa del estudio requerirán una inversión, por lo que se tendrá que elaborar un estudio económico para que se pueda aceptar en definitiva la alternativa. Hay que distinguir el caso en que la inversión sea necesaria.

A la hora de decidirse por la viabilidad de una alternativa, no solo hay que tener en cuenta el punto de vista económico. Se deben estudiar también la fiabilidad del nuevo sistema, la posible aparición de nuevas operaciones (internas y externas) que aumenten el tiempo de cambio y, por su supuesto, la seguridad del nuevo dispositivo. La implantación de esta etapa pueden conseguir, en algunos casos, tiempos de cambios cercanos a los diez minutos.

### **Tercera etapa. Mejorar todas las tareas**

En este tercer momento se busca perfeccionar las tareas del cambio, tanto internas como externas, para reducir los tiempos de cada una de ellas, e incluso lograr la eliminación de algunas de ellas. A pesar de que se recomienda seguir sistemáticamente las cuatro etapas, por sentido común, no se desarrollan operaciones hasta que en la segunda etapa éstas se encuentren optimizadas (Santos et al, 2010, p. 156).

Por este motivo, la implementación de la tercera etapa se realiza paralelamente con la segunda etapa, dejando para una <<tercera etapa>> la perfección de las operaciones externas e internas que no se hayan logrado convertir en externas.

## Los indicadores

**Etapla preliminar** tiene por indicador la media de los tiempos de cambios y su fórmula es:

Tiempo de cambio 1 + Tiempo de cambio 2 + Tiempo de cambio n / Total de tiempos de cambio

$$\frac{\text{Tiempo de cambio 1} + \text{Tiempo de cambio 2} + \text{Tiempo de cambio n}}{\text{Total de tiempos de cambio}}$$

**Primera etapa. Separar tareas internas y externas** tiene por indicador la razón de actividades internas y externas su fórmula es:

Número de movimientos de preparación + número de movimientos internos / Total de tiempos por operación.

$$\frac{\text{Nº de movimientos preparación} + \text{Nº de movimientos internos}}{\text{Total de tiempo por operación}}$$

**Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas** tiene por indicador el tiempo promedio de ajustes y su fórmula es:

Número de ajustes realizados en la preparación / Total de tiempos por operación.

$$\frac{\text{Nº de ajustes realizados en la preparación}}{\text{Total de tiempo por operación}}$$

**Tercera etapa. Mejorar todas las tareas** tiene por indicador la razón de tiempos de cambio y su fórmula es:

Tiempos de cambio / Total de preparaciones de la operación.

$$\frac{\text{Tiempos de cambio}}{\text{Nº total de preparaciones de la operación}}$$

### **Pautas para la correcta aplicación**

Del Vigo y Castrillón (2009) señalan las siguientes pautas para la adecuada aplicación del SMED:

### **Constitución de un equipo de trabajo y desarrollo de técnicas de grupo**

El equipo constituido por diferentes personas, se caracterizan por lo siguiente:

- Una persona que posea conocimientos respecto del uso de la máquina y de los trabajos que ella puede realizar. Se podría tratar del operador o un encargado.
- Una persona que tenga la experiencia en reducir tiempos de cambio a fin de que sea líder del proyecto.
- Personal de mantenimiento es de gran importancia durante la fase de optimización.
- Un responsable de producción o de mejora continua.

### **Formación en la filosofía y técnicas del cambio rápido**

El proyecto SMED debe darse a conocer a todos los operarios que laboran con las máquinas que son objeto del proyecto, pero además a toda la organización, creándose así un clima general que contribuye positivamente a la reducción de los tiempos de cambio.

### **Seleccionar una prueba piloto**

Cuando la metodología SMED se desea aplicar a más de una máquina, se sugiere elegir las máquinas conforme a los factores de criticidad como sobrecarga de trabajo. Posteriormente, culminadas las labores con esta máquina, y con la experiencia ganada con ella, se procede a la siguiente máquina y así consecutivamente.

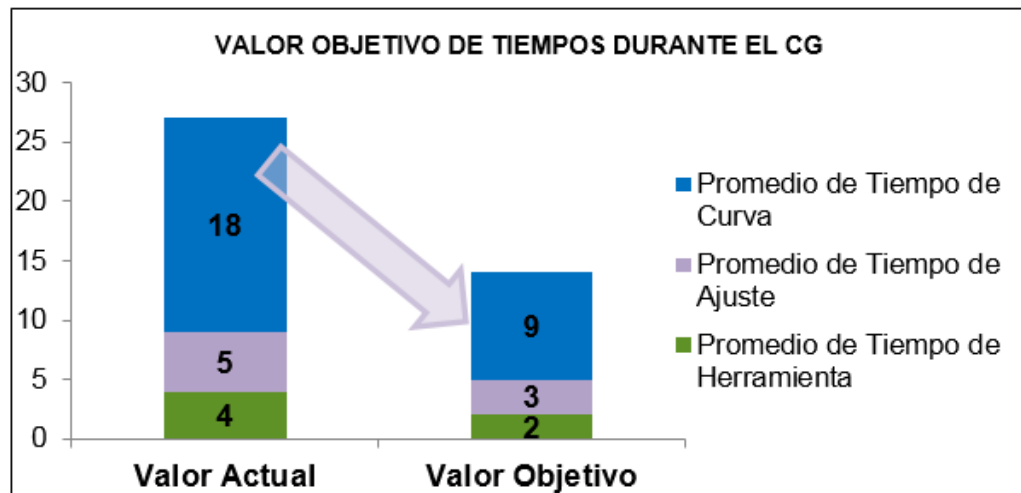
### **Establecer un objetivo de reducción en los tiempos de cambio**

Se realiza un análisis breve sobre la situación y la experiencia previa, o sobre la necesidad de la reducción del tiempo, estableciéndose un objetivo porcentual como tiempo a reducir.

Figura 4

Diagrama del Pareto: Objetivo del Proyecto

## 4 Objetivo del Proyecto



Fuente: Elaboración propia (2016)

### Llevar a cabo las cuatro etapas del SMED

Cada una de las cuatro etapas que se explicaron, deberán de aplicarse.

### Implantación de las medidas llevadas a cabo y del nuevo estándar de trabajo

Cuando se tenga el método nuevo desarrollado junto a las medidas consideradas en él, se deben implementar. El primer paso para la aplicación considera la capacitación de los trabajadores en la metodología de SMED.

### Control y seguimiento de la implantación

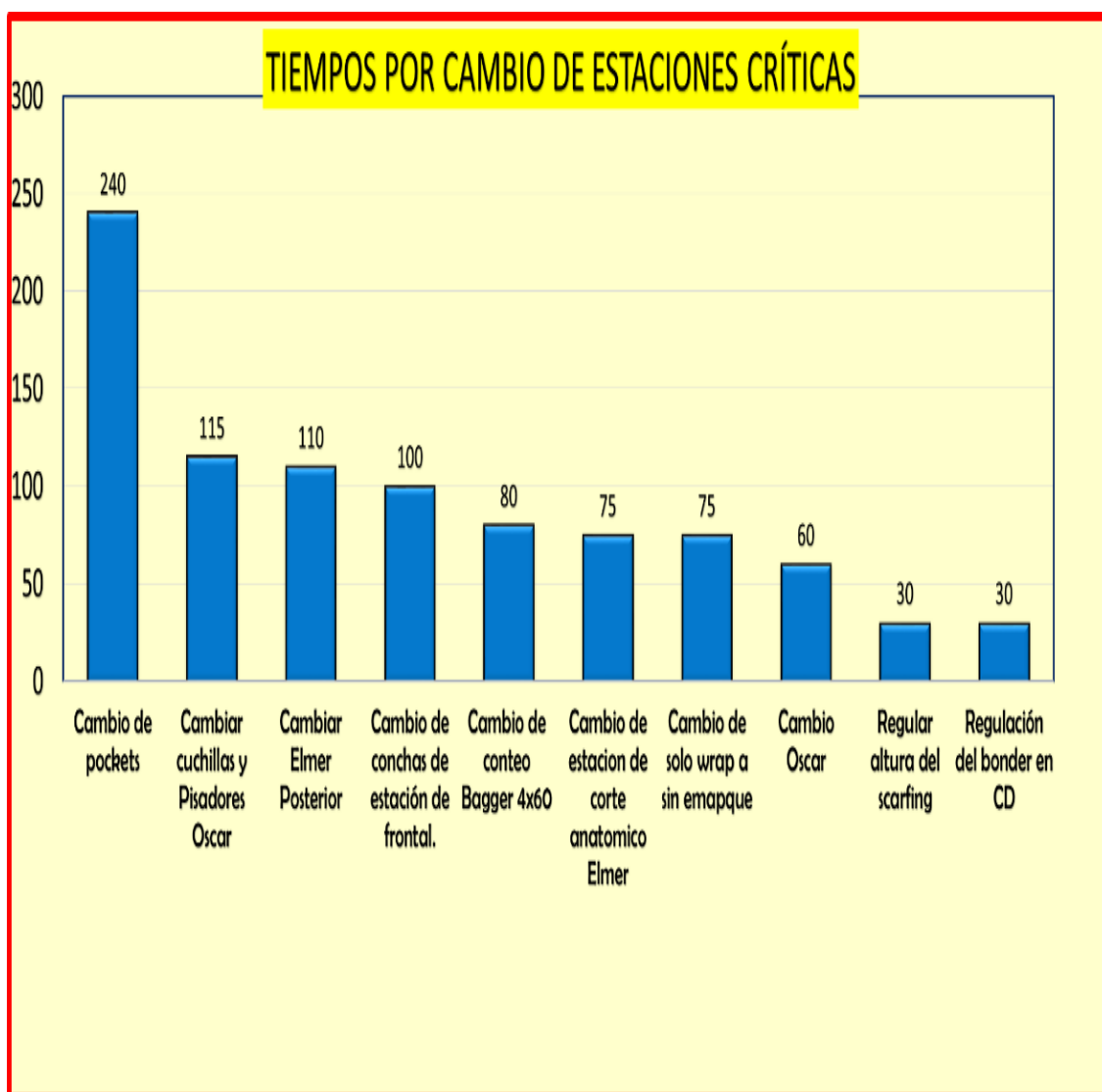
Obtenido el método nuevo como estándar para el trabajo a aplicar, se requiere realizar el seguimiento respectivo, para luego ser verificado el método y realizar la corrección de las deficiencias que irán surgiendo.

## Establecer una extensión del proyecto al resto de las máquinas

Para la aplicación de la técnica a otras máquinas, realizado el primer cambio en la primera, se realizará la metodología SMED considerando la experiencia de la primera máquina.

Figura 5

Diagrama del Pareto: Tiempos por cambio de estaciones críticas.



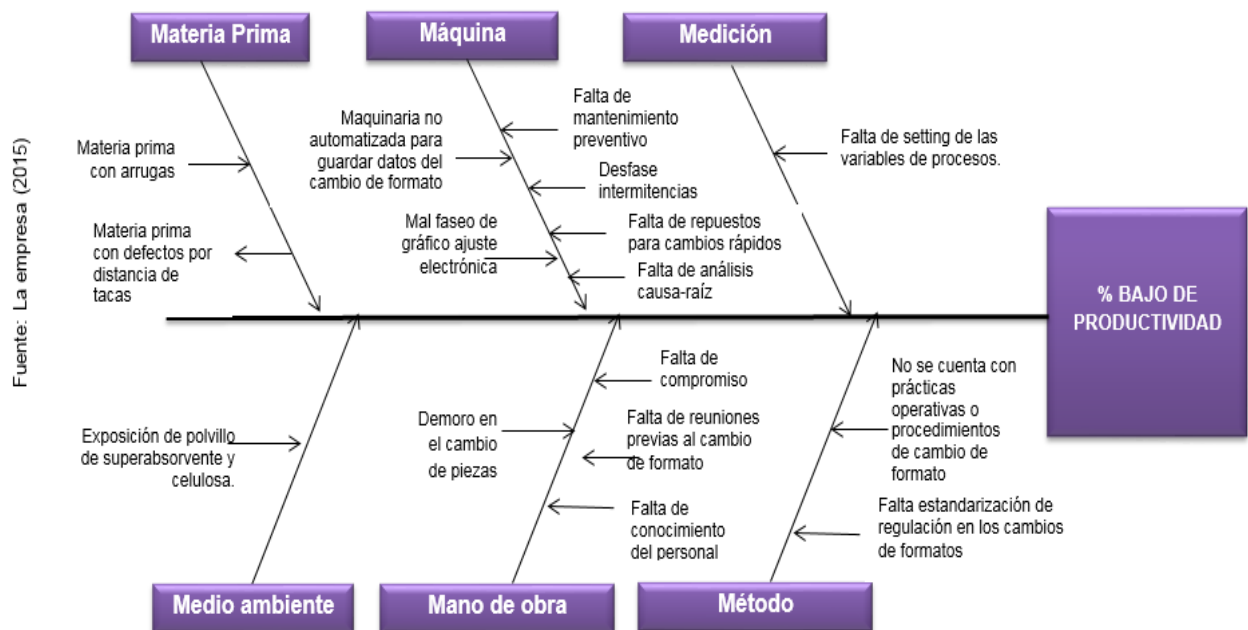
Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 6  
Diagrama SIPOC

S	I		P		O	C
Proveedor	Ingreso		Proceso		Salida	Cliente
APP	CELULOSA		FORMAR COLCHON		COLCHON	CONSTRUCCION
APP	SAM					
MANTENIMIENTO	AIRE					
FORMACION	COLCHON					
APP	ADHESIVOS		CONSTRUCCION		CHASIS	SUJECCIÓN
APP	WAIST ELASTIC					
APP	SURGE					
APP	TELA					
APP	CUBIERTA EXTERNA					
MAQUINA	CHASIS		SUJECCIÓN		PAÑAL ARMADO- OREJAS	DOBLAR LONGITUD
APP	OREJA FRONTAL					
APP	OREJA POSTERIOR					
APP	ETIQUETAS					
MAQUINA	PAÑAL CON OREJAS		DOBLAR LONGITUD		PAÑAL DOBLADO	CORTAR
MAQUINA	PAÑAL DOBLADO		CORTAR		PAÑAL INDIVIDUAL	EMPACAR
MAQUINA	PAÑAL INDIVIDUAL		EMPACAR		BOLSON	PALETIZADO
APP	ADHESIVOS					
APP	BOLSAS PRIMARIAS					
CALIDAD	ETIQUETADO CODIGO DE BARRAS					
APP	TINTA					
APP	BOLSA SECUNDARIAS					

Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 7  
Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia (2016)

### 1.3.2. Productividad

#### A. Definición de productividad

García Cantú (2011) define: “Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de producción que intervinieron” (p. 17).<sup>16</sup>

$$Productividad = \frac{Productos\ logrados}{Factores\ de\ produccion}$$

En esta investigación se está tomando como productos logrados, la cantidad de pañales producidos por minuto que fue producido y los factores que intervienen la producción son las horas que se emplearon en producir el producto.

$$Productividad = \frac{Productos\ logrados}{Horas\ empleadas}$$

“La productividad es un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla” (Cruelles, 2012, p. 10)

Aquí el autor nos dice que la productividad es un ratio que mide la relación entre lo que producimos y lo que utilizamos

La productividad “es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (Gutiérrez, 2014, p. 20).<sup>17</sup>

Aquí nos dice que la productividad es lograr los mejores resultados empleando los recursos para lograrlos.

---

<sup>16</sup> GARCÍA Cantú, Alfonso. *Productividad y reducción de costos*. 2da ed. México; editorial Trillas, 2011, 304 p.

<sup>17</sup> GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad y productividad*. 4ª ed. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V., 2014. 382 p.

“Es aquel equilibrio de todos los factores de la producción que dará el mayor rendimiento con el menor esfuerzo. (...) significa la relación entre lo que se produce y la cuantía de los recursos utilizados para obtener tal producción” (Puerta, 2015).

El autor nos indica que la productividad es un equilibrio de todos los factores

“La productividad refiere al aumento en la cantidad de producción por hora invertida de trabajo (Freivalds y Niebel, 2014, p.1)

En efecto la productividad es la creciente producción por el tiempo invertido.

### **Características:**

Según Núñez (2007) “hay ciertos elementos que se identifican como constantes, estos son: la producción, el hombre y el dinero. La producción, porque en definitiva a través de esta se procura interpretar la efectividad y eficiencia de un determinado proceso de trabajo en lograr productos o servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad, en el que necesariamente intervienen siempre los medios de producción, los cuales están constituidos por los más diversos objetos de trabajo que deben ser transformados y los medios de trabajo que deben ser accionados. El hombre, porque es quien pone aquellos objetos y medios de trabajo en relación directa para dar lugar al proceso de trabajo; y el dinero, ya que es un medio que permite justipreciar el esfuerzo realizado por el hombre y su organización en relación con la producción y sus productos o servicios y su impacto en el entorno”.

### **Importancia:**

“Ciertos cambios continuos que ocurren en el entorno industrial y de negocios deben estudiarse desde el punto de vista económico y practico. Estos incluyen la globalización del mercado y de la fabricación, la estratificación de las corporaciones en un esfuerzo por ser más competitivos sin deteriorar la calidad, el incremento en el uso de las computadoras en todas las facetas de una empresa y la expansión sin límite de las aplicaciones informáticas” (Freivalds y Niebel, 2014, p.1)



## Dimensiones de productividad

**Eficiencia.** “Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente” (García, 2011, p. 16).

El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. Eficiencia es hacer las cosas bien.

### Los indicadores de Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Insumos\ programados}{Insumos\ utilizados}$$

$$Eficiencia = \frac{Horas\ programadas}{Horas\ utilizadas}$$

En este estudio se utiliza las horas que se programaron para producir entre las horas que se han utilizado en producir.

## Eficacia

**Eficacia.** “Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas” (García, 2011, p. 17).

El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. Eficacia es obtener resultados.

### Los indicadores de Eficacia

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Meta}$$

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Productos\ programados}$$

En el estudio se utiliza los productos que se lograron producir entre la cantidad de producción programada, esto en unidades de producto.

## **A. Factores para medir la productividad**

Según García (2011, p. 25) La productividad requiere de nuestra atención a tres factores fundamentales: Capital-Gente-Tecnología. Estos tres factores son diferentes en su actuación, pero deben mantener un balance equilibrado, pues son interdependientes. Cada uno debe dar el máximo rendimiento con el mínimo de esfuerzo y costo, y el resultado será medido como su índice de productividad. La suma de los resultados de los tres conformara el total de su aportación a la productividad de la empresa.

### **Factor capital**

En la planta manufacturera, el factor capital incluye el total de la inversión en los elementos físicos que entran en la fabricación de productos. Estos elementos son solo una parte del activo del negocio. Como ejemplos tenemos: terreno, edificios, instalaciones, maquinaria, equipo, herramientas y útiles de trabajo.

La inversión en estos elementos para la producción debe recuperarse en un tiempo razonable y naturalmente, con creces, para que ella sea redituable para los inversionistas.

La medida de rentabilidad de los bienes de capital es, en si, un índice de productividad. Este índice no solo es aplicable a la productividad de la empresa, sino también a la de la sociedad a quien sirve.

### **Factor Gente**

Hemos visto la importancia que tiene el capital para una empresa industrial; no menos importante es la gente que colabora en ella. Los dos factores, capital y gente, no son ambientales.

## **1.4.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1. Problema general**

¿Cómo la aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016?

#### **1.4.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo la aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016?
- ¿Cómo la aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016?

### **1.5.JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

#### **1.5.1. Justificación teórica**

Según Valderrama (2014) “Se refiere a la inquietud que surge en el investigador por profundizar en uno o varios enfoques teóricos que tratan el problema que se explica. A partir de esos enfoques, se espera avanzar en el conocimiento planteado” (p. 140).

El estudio es importante porque existe el requerimiento de la renovación de sus métodos y estrategias de negocio, lo que se emana de la cantidad de desperdicios día a día procedentes de la planta de producción, lo que exige un análisis de sus causas raíces y que para mitigarlas son necesarias de iniciativas adecuadas. A partir de esta valiosa información, es posible examinar la aplicación del SMED y la mejora de la productividad en los cambios de formatos en la línea de producción de pañales de una empresa manufacturera. De este modo, los alcances teóricos podrán ser considerados en futuras propuestas por la organización a fin de otorgar valor a los procesos que realiza.

#### **1.5.2. Justificación económica**

Gallardo, Helio. (2007), define como “El método barato y el cual requiere que las personas inviertan su tiempo para evitar las pérdidas en una institución” (p. 150).

Como justificación económica, los costos representan una singular preocupación para la empresa. En este caso, la metodología empleada permitirá mejorar la productividad reduciendo los costos, pues el costo por hora máquina parada es de

700 dólares y, por dejar de producir 1000 pañales, el costo es de 100 dólares, tomando en cuenta que la velocidad de maquina es de 840 pañales por minuto y que un turno es de 8 horas. Asimismo, la cantidad de cambios de grado por semana son entre 3 a 5 cambios multiplicados por 4 horas que se pierden mensualmente en estos cambios. En definitiva, existe una gran oportunidad en mejorar la productividad.

### **1.5.3. Justificación tecnológica**

“En la tecnología la potencia de diseño de los equipos, se usa sistemáticamente de forma programada, automatizada y controlada electrónicamente; y en las organizaciones la productividad es un sistema que integra a la gente, donde la potencia de las máquinas es sustancial.” (López, 2013, p. 16).

La aplicación de la metodología del SMED permitirá que la línea de producción con enfoque en las máquinas opere en los tiempos planificados con tecnología de punta, de tal manera que la producción no se vea afectada y los costos se reduzcan, llegando a minimizar las pérdidas registradas semanalmente.

### **1.5.4. Justificación práctica**

Según Valderrama (2014) toda investigación aspira a “contribuir a la solución de problemas concretos que afectan a organizaciones empresariales, públicas o privadas” (p. 141).<sup>18</sup>

Por ello, es importante mencionar también que la tesis se desarrollará en la línea de producción de pañales, en la cual el porcentaje de utilización de máquinas es mayor en comparación a las otras áreas, y donde además es necesaria la planificación de los procesos por la cantidad de operarios que participan en ellos. La investigación beneficiará en Kimberly Clark S.R.L., Santa Clara, Ate, 2015 por lo que los resultados de la investigación serán puestos a su disposición, así también beneficiará a organizaciones de similar realidad en el contexto peruano, para que sus alcances puedan ponerse en práctica.

---

<sup>18</sup> VALDERRAMA, Santiago. *Pasos para la elaboración de proyectos de investigación científica. Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. 2° ed. Perú. Editorial San Marcos E.I.R.L., 2014, 495 p.

### **1.5.5. Justificación metodológica**

Según Valderrama (2014) “Hace alusión al uso de metodologías y técnicas específicas (instrumentos como encuestas, formularios o modelos matemáticos) que han de servir de aporte para el estudio de problemas similares al investigado, así como para la aplicación posterior de otros investigadores” (p. 140).<sup>19</sup>

A fin de lograr los objetivos propuestos, se realizará un estudio cuantitativo en el que se elaborará un instrumento para la aplicación de del Smed y determinar la mejora de la productividad en los cambios de formatos. Mediante la aplicación de esta metodología se permite a las organizaciones pensar sobre su propia estructura y recursos, a través de la revisión de los tiempos en los cambios de herramienta.

## **1.6. HIPÓTESIS**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- La aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.
- La aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

---

<sup>19</sup> VALDERRAMA, Santiago. *Pasos para la elaboración de proyectos de investigación científica. Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. 2° ed. Perú. Editorial San Marcos E.I.R.L., 2014, 495 p.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. General**

Determinar cómo la aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

### **1.7.2. Específicos**

- Determinar cómo la aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.
- Determinar cómo la aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Se sigue el método hipotético-deductivo. El tipo de investigación es explicativo - descriptivo - Aplicada

### **2.1.1. Método hipotético-deductivo**

“Afirma que, a partir de la observación de casos particulares se puede plantear un problema, el cual puede remitir a una teoría través de un proceso de inducción. Partiendo del marco teórico se formula una hipótesis mediante un razonamiento deductivo que; luego, esta se intenta validar empíricamente. El ciclo completo inducción/deducción es lo que se conoce como el proceso hipotético-deductivo” (Bisquerra 1998, p. 62)

### **2.1.2. Explicativo**

“La investigación explicativa va más allá de la descripción de conceptos, fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos .Esta dirigida responder las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en descubrir la razón por la que ocurre un fenómeno determinado, así como establecer en qué condiciones se da este, o por qué dos o más variables están Relacionadas” (Valderrama, 2015, p.45).

Es así que la investigación sigue un tipo de estudio explicativo porque pretende hacer uso de la relación causa-efecto, buscándose aplicar la variable independiente “Smed” y modificar el comportamiento sobre la variable dependiente en mejorar la productividad de la empresa manufacturera.

### **Aplicada**

Según Valderrama (2014) “Se le denomina también “Activa”, “dinámica”, “practica” o “empírica”. Se encuentra íntimamente ligada a la investigación básica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para llevar a cabo la solución de problemas, con la finalidad de generar bienestar a la sociedad.” (p. 164).



### **2.1.3. Diseño cuasi experimental**

“En el diseño cuasi experimental también manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables” (Valderrama, 2014, p.65).

### **2.1.4. Investigación longitudinal**

“Es analizar cambios a través del tiempo en determinadas variables o en las relaciones entre estas” (Valderrama, 2014, p. 71).

### **2.1.5. Enfoque cuantitativo**

“Usa la recolección y el análisis de los datos para contestar a la formulación del problema de investigación; utiliza, además, los métodos o técnicas estadísticas para contrastar la verdad o falsedad de la hipótesis” (Valderrama, 2015, p. 106).

## **2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN**

### **2.2.1. Variable Independiente:**

#### **Smed:**

“El SMED se traduce, literalmente, como <<cambio de utillajes en minutos de un solo dígito>> es decir, que las operaciones de cambio deben de hacerse en menos de diez minutos” (Santos, Wysk y Torres, 2010, p. 145).

### **2.2.2. Variable Dependiente:**

#### **Productividad:**

“Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de producción que intervinieron” (García, 2011, p. 17).

### 2.2.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1** Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Smed	“El SMED se traduce, literalmente, como <<cambio de utillajes en minutos de un solo dígito>> es decir, que las operaciones de cambio deben de hacerse en menos de diez minutos” (Santos, Wysk y Torres, 2010, p. 145).	Smed involucra a las dimensiones Etapa preliminar tiene por indicador la media de los tiempos de cambios; Primera etapa. Separar tareas internas y externas tiene por indicador la razón de actividades internas y externas; Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas tiene por indicador el tiempo promedio de ajustes; y Tercera etapa. Mejorar todas las tareas tiene por indicador la razón de tiempos de cambio.	Etapa Preliminar	Media de los tiempos de cambios. <b><math>MTC = (Tc1 + Tc2 + Tcn) / TCC</math></b> MTC: Media de los tiempos de cambios. Tc1: Tiempo de cambio 1 Tc2: Tiempo de cambio 2 Tcn: Tiempo de cambio n TCC: Total de tiempos de cambio	Razón
			Primera etapa: Separar tareas internas y externas	Porcentaje de Actividades internas y externas. <b><math>PAIE = (Nmp + Nmi) / Tto</math></b> PAIE: Porcentaje de Actividades internas y externas Nmp: Número de movimientos de preparación Nmi: Número de movimientos internos Tto: Total de tiempos por operación.	Razón
			Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas	Tiempo promedio de ajustes <b><math>TPA = Narp / Tto</math></b> Narp: Número de ajustes realizados en la preparación Tto: Total de tiempos por operación.	Razón
			Tercera etapa: Mejorar todas las tareas.	Tiempos de cambio <b><math>TC = Tc1 / Tpo</math></b> TC: Tiempo de cambio Tc1: Tiempos de cambio1 Tpo: Total de preparaciones de la operación.	Razón
Productividad	“Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de producción que intervinieron” (García, 2011, p. 17).	La productividad implica la eficiencia con la razón de eficiencia, la eficacia con la razón de eficacia, la cual se utilizará las fichas de registro analizados con el sistema Spss.	Eficiencia	Eficiencia <b><math>EFC = Hp / U</math></b> EFC: Eficiencia HPR: Horas programadas HUT: Horas utilizadas	Razón
			Eficacia	Eficacia <b><math>EFCA = PI / Pp</math></b> EFCA: Eficacia PL: Productos logrados PP: Productos Programados	Razón

Fuente: Elaboración propia (2016)

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1. Población**

“Es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados” (Valderrama, 2014, p. 182).

La población de estudio estuvo conformada por la producción de pañales por semana, durante 16 semanas del período de tiempo entre los meses de agosto de 2015 y abril 2016.

### **2.3.2. Muestra**

“Es un subconjunto representativo de un universo o población. Es representativo, porque refleja las características de la población y es adecuada, ya que se debe incluir un número óptimo y mínimo de unidades” (Valderrama, 2014, p. 184). La muestra tomada para el presente estudio fue el 100% de la población, es decir, las 16 semanas de producción de pañales en la empresa manufacturera, observado entre los meses de mayo y agosto de 2015, antes de la aplicación del Smed. Luego, después de la aplicación realizada en diciembre de 2015, se toma los resultados en enero a abril de 2016.

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **2.4.1. Técnicas**

“La siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis o casos” (Hernández et al, 2010, p. 198).

La técnica a usar fue la **observación**.

### **2.4.2. Instrumentos**

“Son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información. Pueden ser formularios, pruebas de conocimientos o escalas de actitudes” (Valderrama, 2015, p. 195).

Lo utilizado fueron: Fichas de observación, hoja de registros y archivos.

### **2.4.3. Validez**

“El análisis de la validez de contenido se lleva a cabo con los datos obtenidos en la tabla de evaluación de los juicios de expertos”. (Valderrama, 2015, p. 206).

El propósito de que un docente con la experiencia en la materia de investigación, nos dé una revisión basado en un conocimiento en cuanto al fenómeno de estudio acerca de nuestra investigación, en la que se toman en cuenta estos criterios:

- a) El fenómeno de estudio.
- b) Dimensiones e indicadores de las variables de estudio.
- c) Pertinencia de cada ítem de las dimensiones y sus indicadores.

De esta manera, se tomó en cuenta la validez de contenido mediante el juicio de tres expertos, Ingenieros Industriales, cuyas validaciones se encuentran al 1005 aplicables en el Anexo 4 de validación de expertos.

### **2.4.4. Confiabilidad**

“Un instrumento es confiable o fiable si produce resultados consistentes cuando se aplica en diferentes ocasiones [estabilidad o reproducibilidad (réplica)]” (Valderrama, 2014, p. 215).

La toma de datos se realiza en la empresa, en el área de estudio, los cuales son certificados por el supervisor del área técnica.

## **2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

“Luego de haber obtenido los datos, el siguiente paso es realizar los análisis de los mismos para dar respuesta a la pregunta inicial, si corresponde, poder aceptar o rechazar las hipótesis de estudio. El análisis realizado fue cuantitativo. Para ello es necesario seleccionar un determinado programa de análisis: Excel, SPSS, Minitab, etc.” (Valderrama, 2015, pp. 229-230). Para el análisis de datos se utilizará el método estadístico, tablas y figuras y el sistema SPSS. El análisis estadístico fue en base al procedimiento descriptivo e inferencial.

- Un análisis de estadística descriptiva, pues se describieron las características de las variables.
- Un análisis de estadística inferencial, para el contraste de las hipótesis mediante el uso de la prueba de normalidad y la *t* de student.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

Para la realización del presente estudio se contará con el dictamen favorable de la Universidad César Vallejo, que realiza un seguimiento permanente a la labor de investigación a efectuarse. Asimismo, de acuerdo a las Normas de Ética de Ingeniería, la organización en estudio tendrá la oportunidad de preguntar para aclarar dudas al autor del estudio, por lo que se le explicará de los alcances de la investigación.

### **III. RESULTADOS**

### **3.1.PROCESOS DE LA EMPRESA**

La empresa es una de las empresas manufactureras líderes en el mercado peruano caracterizada por ofrecer productos de excelente calidad y satisfacer las necesidades de los clientes.

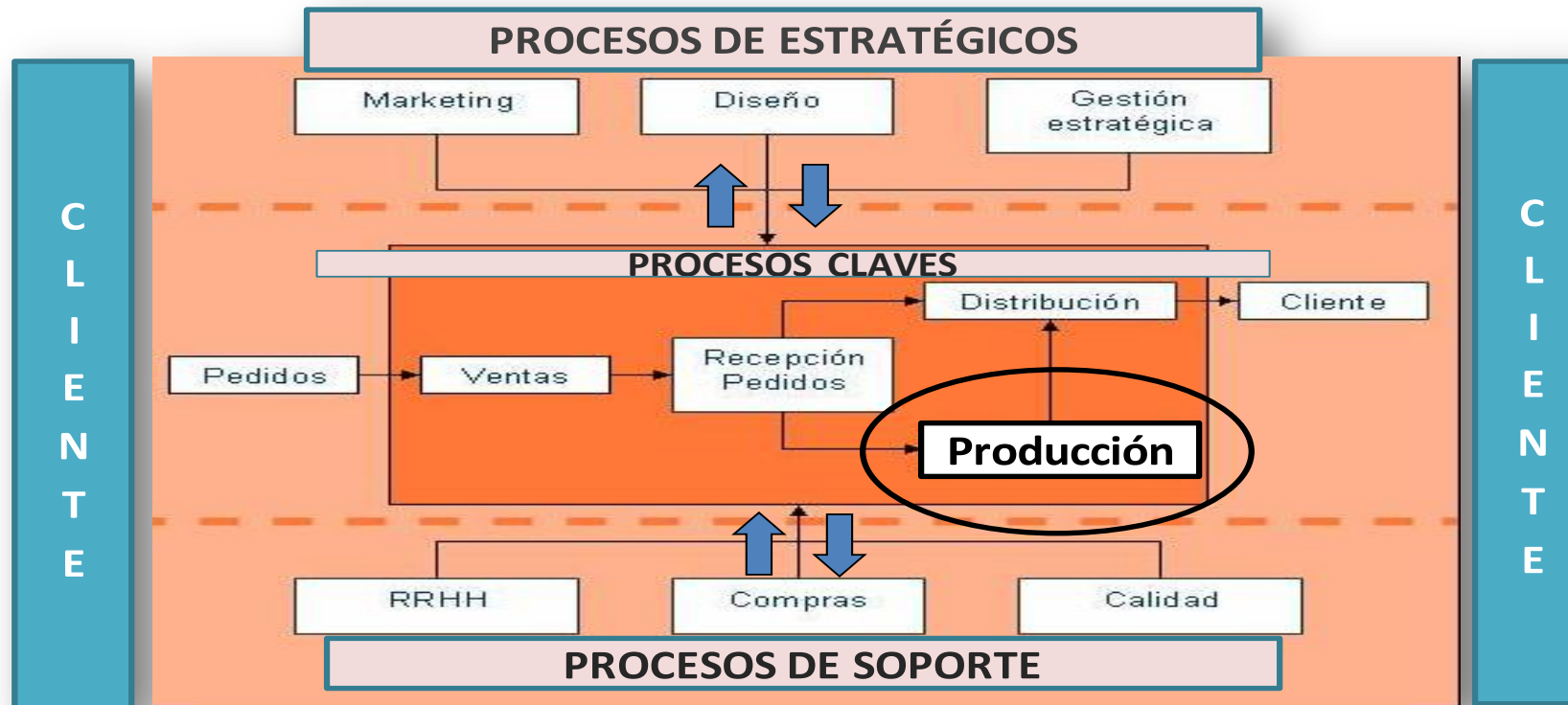
En la Figura 7 se observa el mapa de procesos de la empresa manufacturera de pañales resaltando el área de producción en la cual se realiza la presente investigación.

En la Figura 8 se ubica el área en toda la distribución de la planta en la empresa manufacturera.

En la Figura 9 se ubica la estación de la máquina a mejorar en los cambios de formatos

Figura 8

Mapa de procesos de la empresa.



Fuente: La empresa (2015)



Figura 9

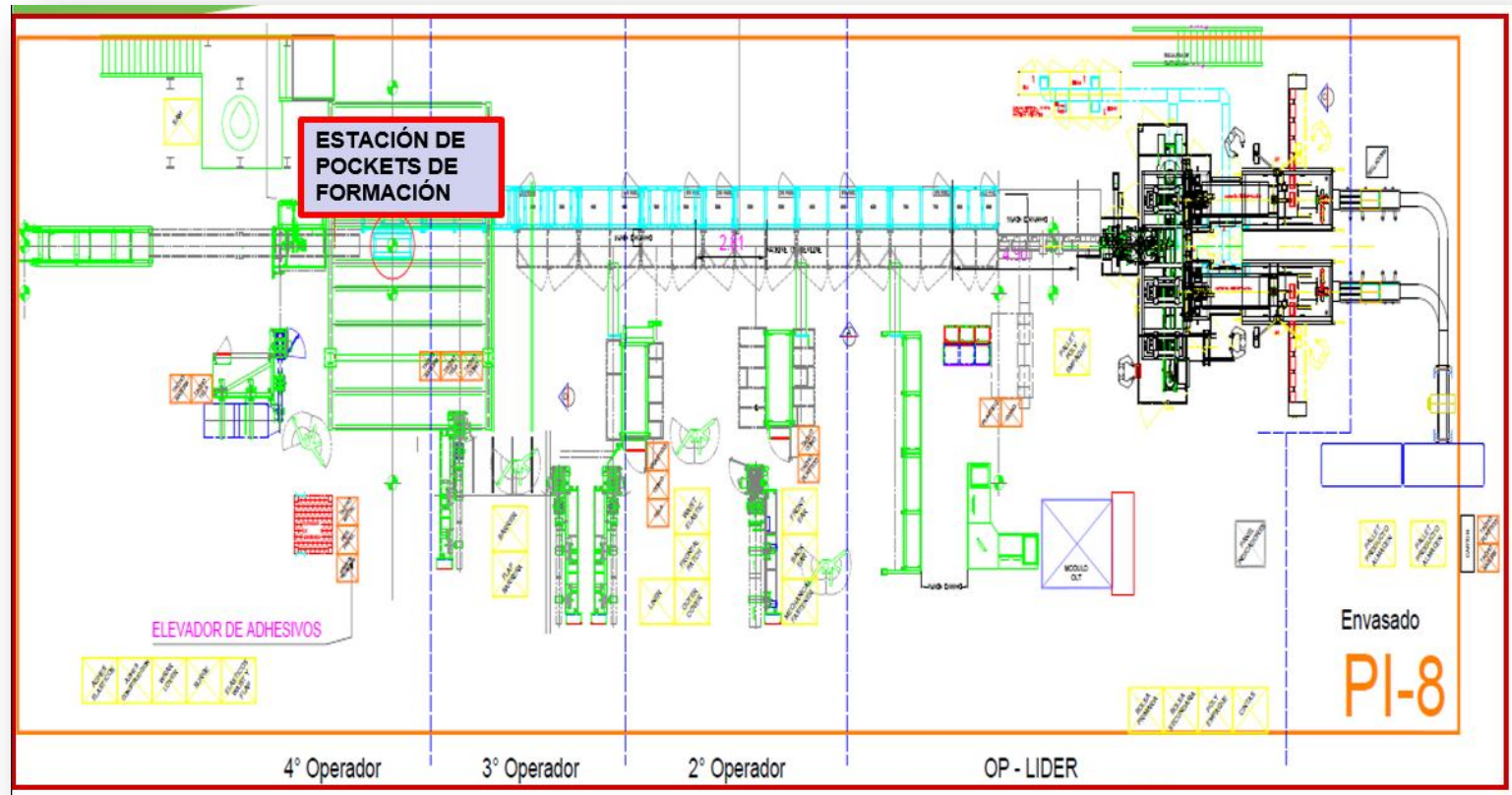
Distribución de la Planta.



Fuente: La empresa (2015)

Figura 10

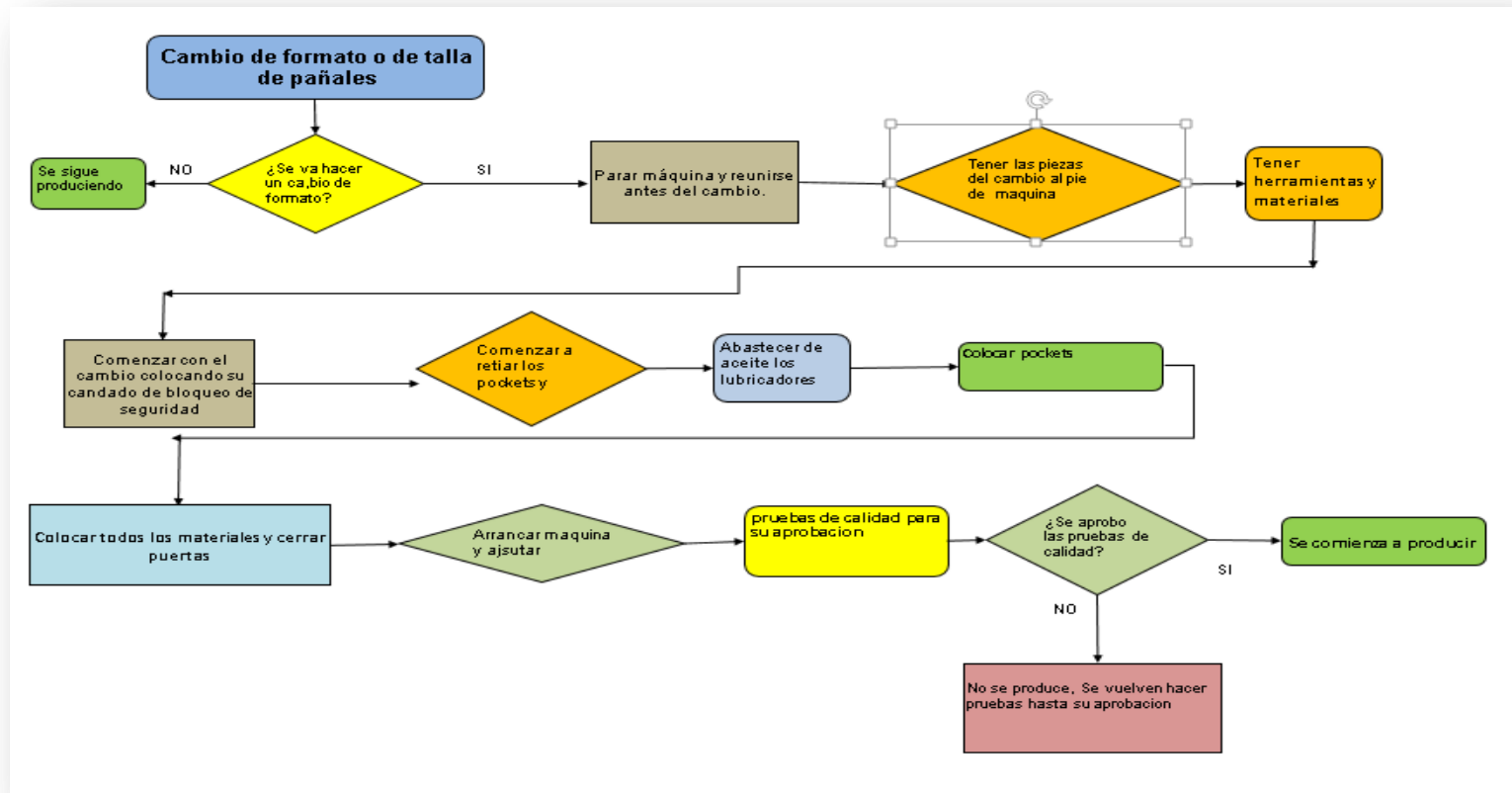
Estación de máquina para cambios de formato



Fuente: La empresa (2015)

Figura 11

# Flujograma de los cambios de formato



Fuente: La empresa (2015)

### 3.1.1. Procesos de producción

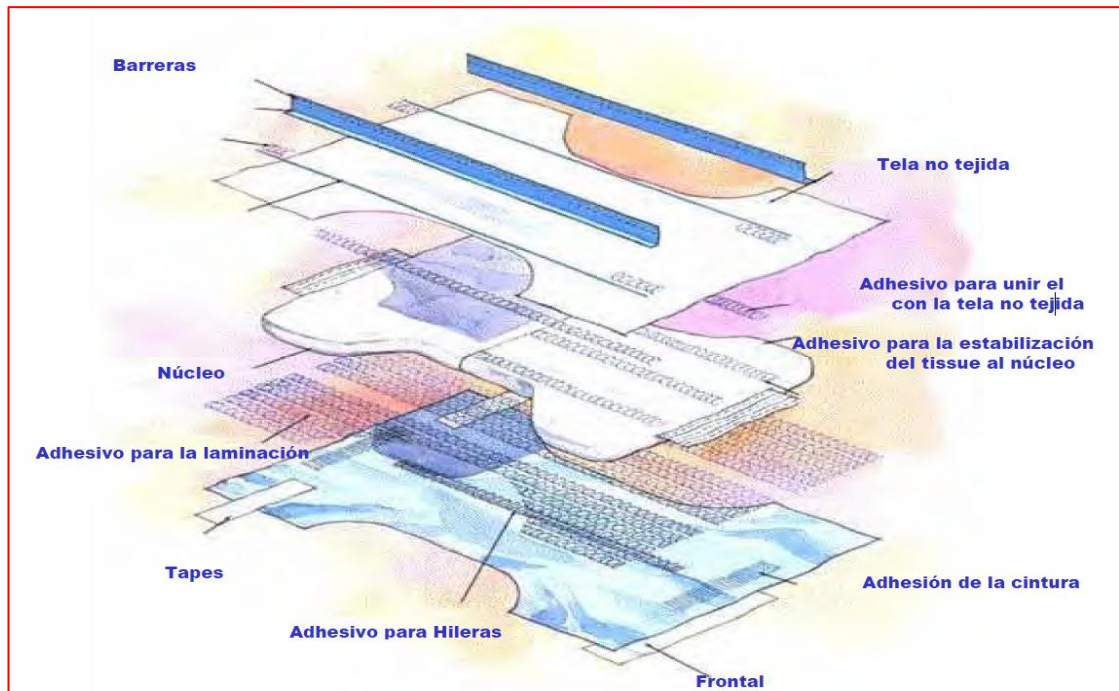
#### Componentes del Pañal

Cualquiera que sea el tipo del pañal, este posee una serie de componentes estándar que se repiten en cada uno de ellos. A continuación se describirán estos elementos. Los Componentes principales son (ver Figura 2):

- Tela de barreras
- Tela no Tejida
- Adhesivo para unir todos los componentes
- Núcleo de pulpa
- Tapes pega pega
- Cinta frontal patch (para ajustar el pañal al cuerpo)
- Tela y Lycra
- Cintillo Frontal

Figura 12

Componentes del Pañal



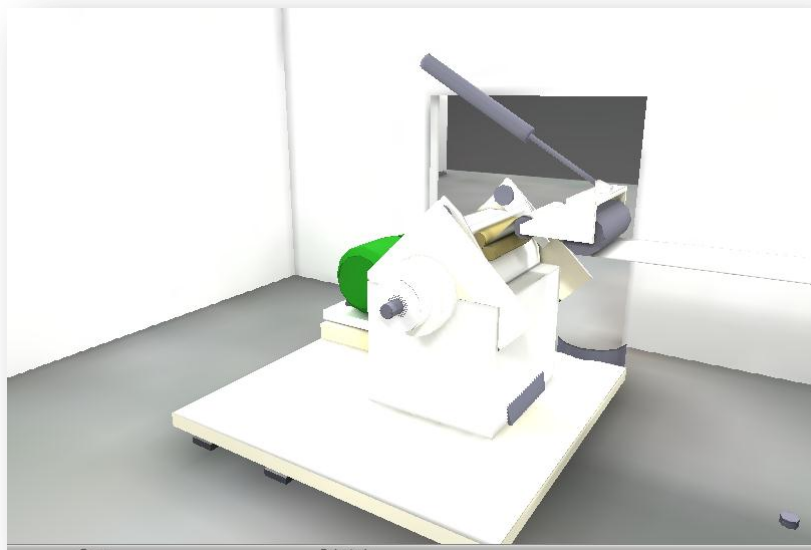
Fuente: La empresa (2015)

## **Molino**

En esta estación es donde empieza el molido de la celulosa para luego convertirlo en un componente esponjoso la cual se une en el recorrido con el superabsorbente y viaja hacia el siguiente proceso llamado POCKETS. En la figura 3, se presenta un diagrama característico de este proceso. Asimismo, en la figura 4 y 5.

Figura 13

Molino



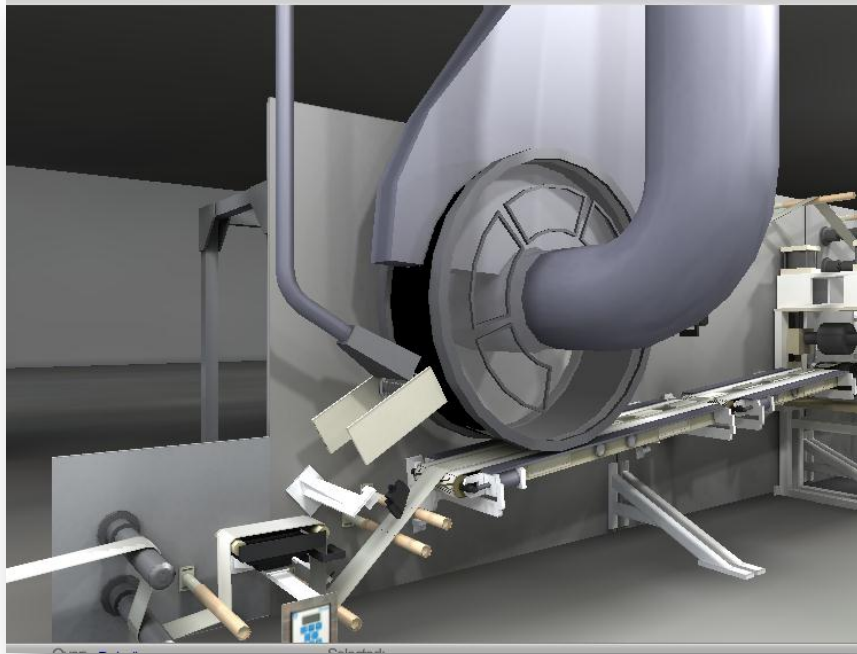
Fuente: La empresa (2015)

## **Pockets**

Después de la unión de la celulosa y el superabsorbente estos materiales son entregado a la estación de los pockets, con una presión de vacío de 6 pulgadas de agua con el fin de dar una forma tridimensional al cojín.

Figura 14

### Pockets



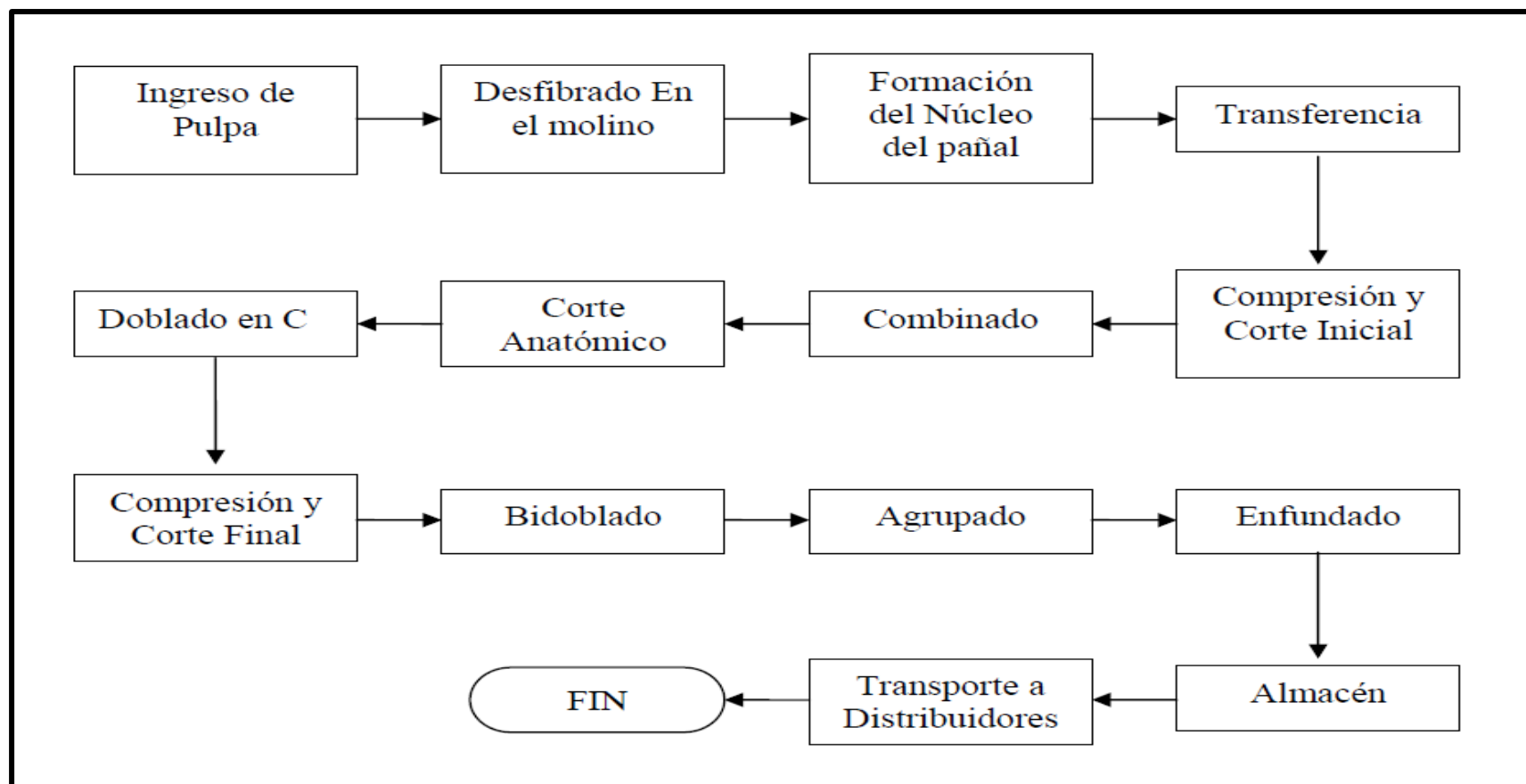
Fuente: La empresa (2015)

Los pockets deben encontrarse debidamente alineados entre sí, para hacer del transporte de la pulpa de forma lineal y este viaje de manera uniforme a través de las fajas transportadoras de la máquina hasta el siguiente proceso del primer corte.

Es importante tener registrada las variables del proceso como cada vacío de las cámaras internas para una entrega de forma compactada y con una mezcla con el superabsorbente bien distribuidas, de acuerdo a las especificaciones técnicas del manual de calidad.

Figura 15

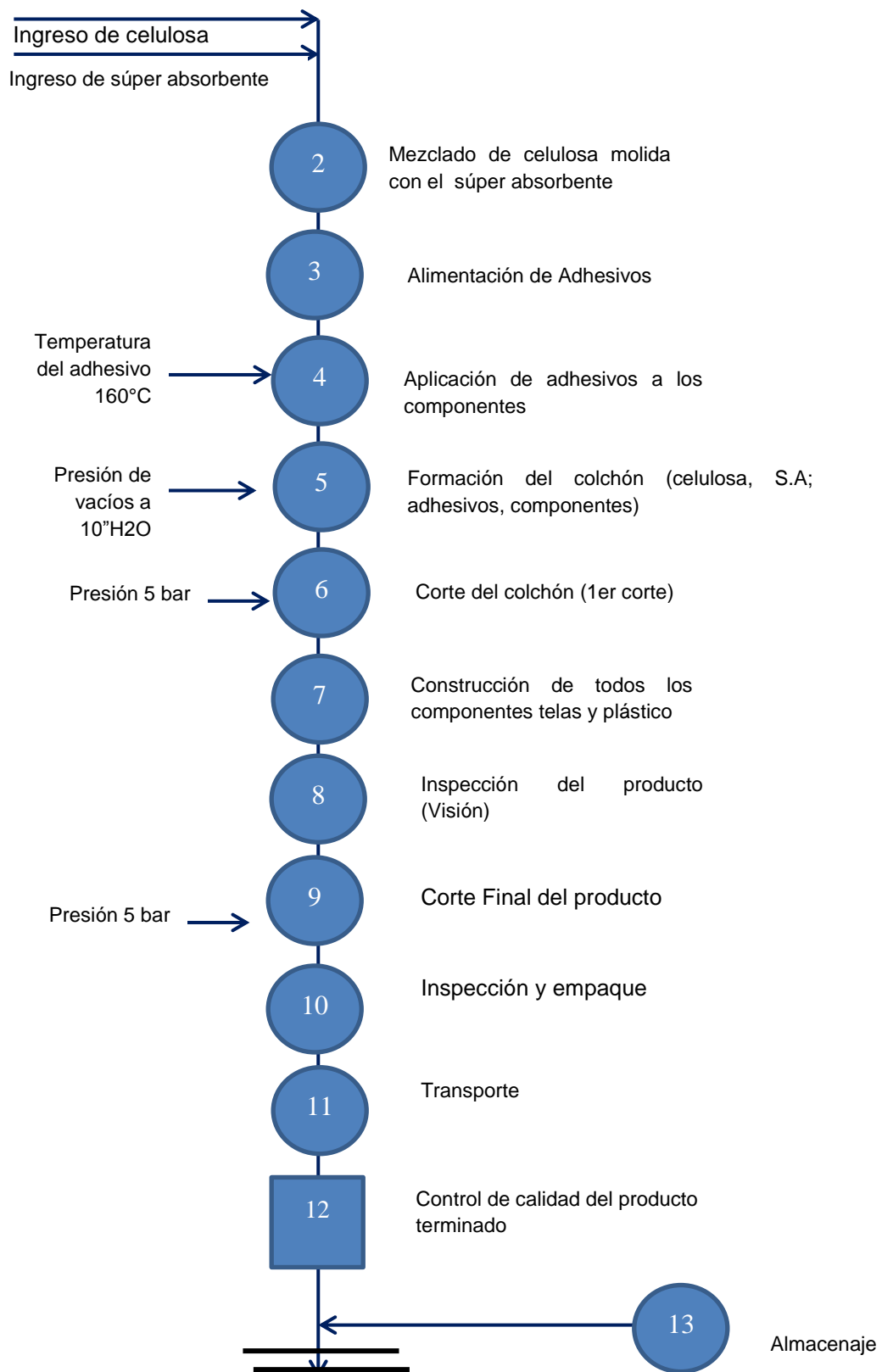
Flujo de procesos de fabricación de pañales



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 16

Diagrama de procesos de pañales desechables.

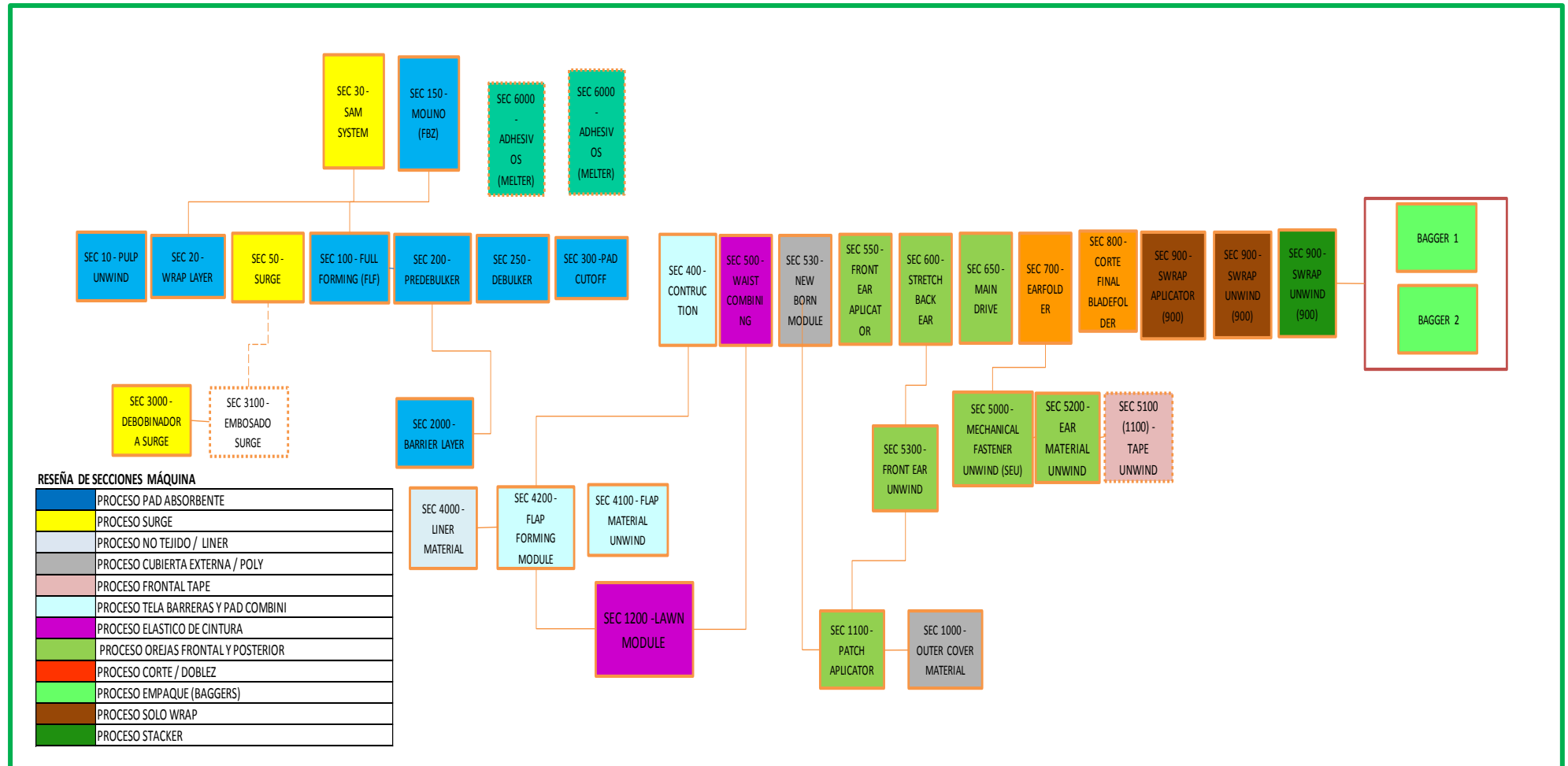


Fuente: La empresa (2015)



Figura 17

Diagrama de bloques de proceso de pañales desechables



Fuente: La empresa (2015)

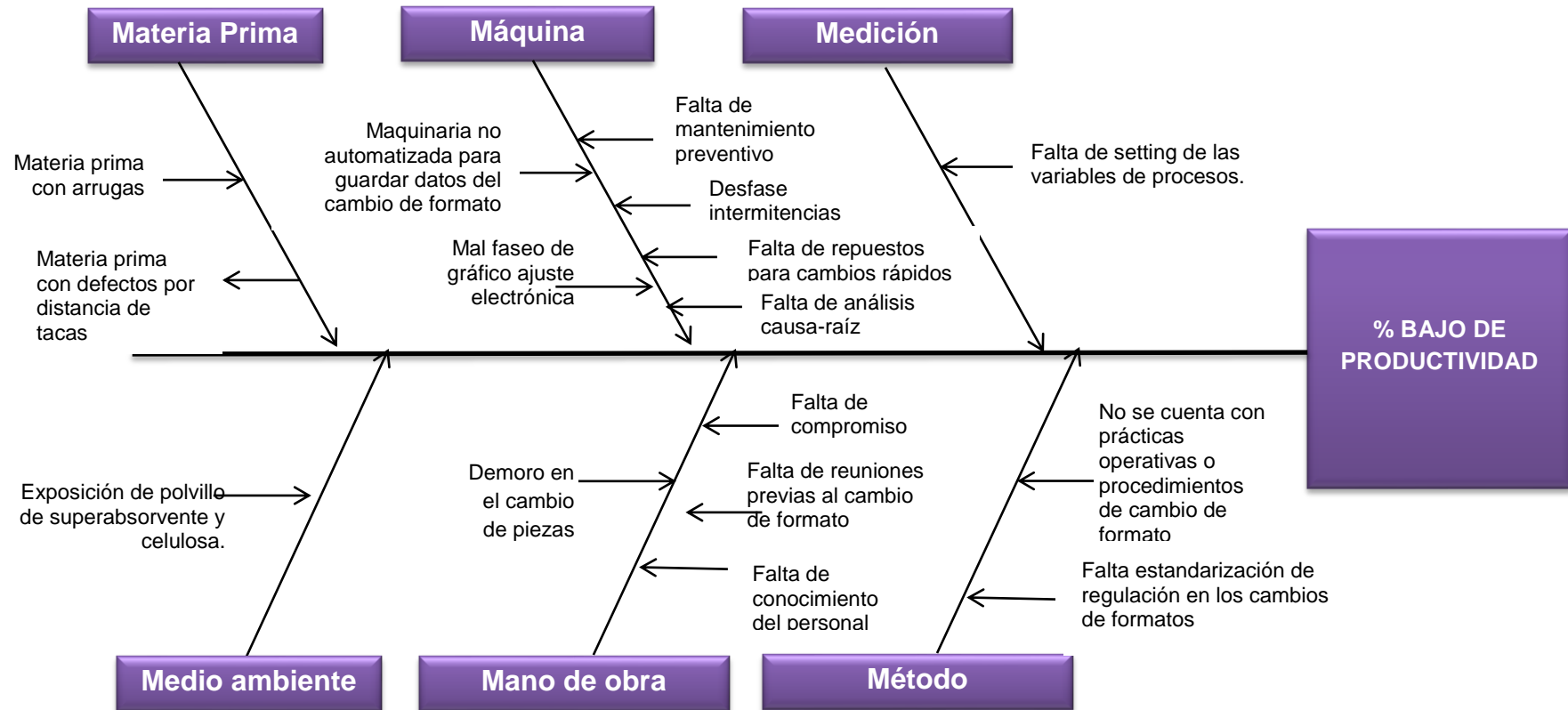
Este procedimiento tiene como objetivo establecer la metodología a seguir para realizar los cambios de grado en las máquinas de pañales a fin obtener una óptima operatividad en la nueva etapa, minimizando el impacto del cambio, obteniendo la efectividad deseada de la máquina en términos de productividad y la calidad del producto requeridas.

Se requiere reducir los tiempos de cambios de piezas de una máquina de pañales para niños, por ejemplo para pasar de una talla de pequeño a grande se cambian varias piezas de o estaciones completas como : Cambio de placas de formación, placas del dobléz de tela de barreras, estación de tela surge, estación de la bandeja de cintura, son estas las estaciones donde tenemos mayor oportunidad en reducir los tiempos, ya que actualmente nos toma 4 horas como tiempo total del cambio, y una de las estaciones más críticas a trabajar son los cambios de pockets de formación ya que son divididos en tiempo de herramienta, tiempo de ajuste y finalmente para llegar a las condiciones normales un tiempo más..

Lo que se busca es que con Smed el tiempo se reduzca en un 50% del tiempo de cambio y de ajuste.

Luego de identificados algunas de las causas del tiempo perdido, se utilizó el método de ISHIKAWA que se utiliza para determinar la causa o causas raíz de los problemas y así determinar un diagnóstico de la empresa. Esta herramienta permitió, adicionalmente, la identificación de oportunidades de mejora. En la figura se muestra el diagrama de ISHIKAWA.

Figura 18  
Herramienta causa-efecto.



Fuente: La empresa (2015)

**Tabla 2** Causas según Ishikawa.

		Causas	Puntaje
Materia Prima	C1	Materia prima con arrugas	20
	C2	Materia prima con defectos por distancia de tacas	50
Máquina	C3	Maquinaria no automatizada para guardar datos del cambio de formato	70
	C4	Mal faseo de gráfico ajuste electrónica	70
	C5	Falta de mantenimiento preventivo	10
	C6	Desfase intermitencias	70
	C7	Falta de repuestos para cambios rápidos	15
	C8	Falta de análisis causa-raíz	10
Medición	C9	Falta de setting de variables de procesos	12
Método	C10	No se cuenta con prácticas operativas o procedimientos de cambio de formato	70
	C11	Falta de estandarización de regulación en los cambios de formatos	85
Mano de obra	C12	Demoro en el cambio de piezas	85
	C13	Falta de compromiso	12
	C14	Falta de reuniones previas al cambio de formato	60
	C15	Falta de conocimiento del personal	80
Medio ambiente	C16	Exposición de polvillo de superabsorbente y celulosa	15

Fuente: Elaboración propia (2016)

Tomando en cuenta la ponderación obtenida, se ordenaron las ideas en base a la prioridad obtenida, se calculó cada uno de los porcentajes parciales para cada una de ellas, además de la cantidad acumulada.

**Tabla 3** *Análisis de las causas mediante Pareto.*

	<b>Causas</b>	<b>Ponderación</b>	<b>% Acumulado</b>
C11	Falta de estandarización de regulación en los cambios de formatos	11.58%	11.58%
C12	Demora en el cambio de piezas	11.58%	23.16%
C15	Falta de conocimiento del personal	10.90%	34.06%
C6	Desfase intermitencias	9.54%	43.60%
C10	No se cuenta con prácticas operativas o procedimientos de cambio de formato	9.54%	53.13%
C3	Maquinaria no automatizada para guardar datos del cambio de formato	9.54%	62.67%
C4	Mal faseo de gráfico ajuste electrónica	9.54%	72.21%
C14	Falta de reuniones previas al cambio de formato	8.17%	80.38%
C2	Materia prima con defectos por distancia de tacas	6.81%	87.19%
C1	Materia prima con arrugas	2.72%	89.92%
C7	Falta de repuestos para cambios rápidos	2.04%	91.96%
C16	Exposición de polvillo de superabsorbente y celulosa	2.04%	94.01%
C9	Falta de setting de variables de procesos	1.63%	95.64%
C13	Falta de compromiso	1.63%	97.28%
C5	Falta de mantenimiento preventivo	1.36%	98.64%
C8	Falta de análisis causa-raíz	1.36%	100.00%

Fuente: Elaboración propia (2016)

Para el análisis del 80-20 se llega a observar de mayor a menor cada causa recurrente en los cambios de formato.

**Tabla 4** *Propuesta por cada oportunidad de mejora.*

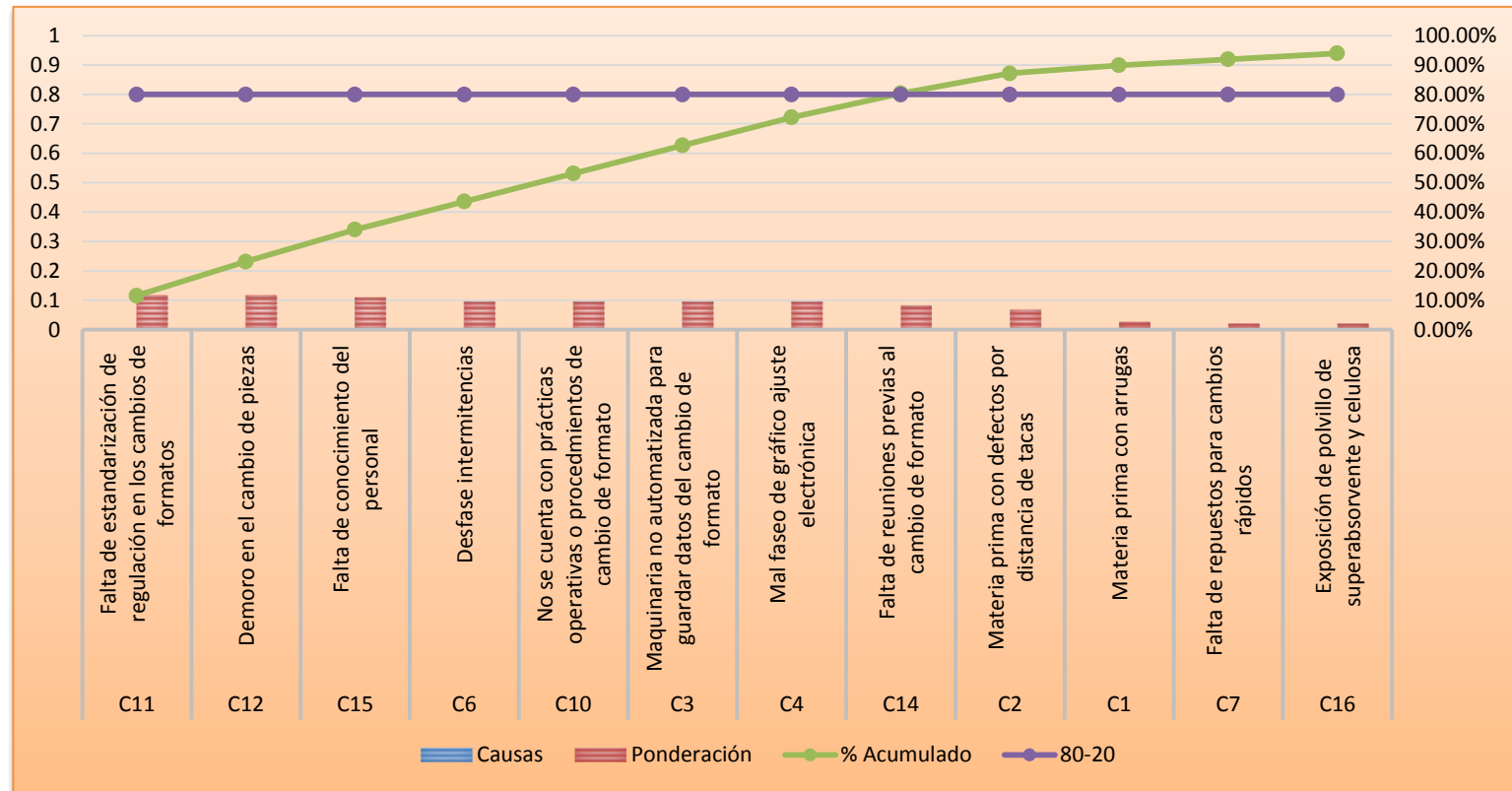
OM	Oportunidades de mejora	Propuestas de mejora
C3	Falta de estandarización de regulación en los cambios de formatos	Smed
C4	Demoro en el cambio de piezas	Smed
C15	Falta de conocimiento del personal	Smed
C6	Desfase intermitencias	Smed
C10	No se cuenta con prácticas operativas o procedimientos de cambio de formato	Smed
C11	Maquinaria no automatizada para guardar datos del cambio de formato	Smed
C12	Mal faseo de gráfico ajuste electrónica	Smed
C14	Falta de reuniones previas al cambio de formato	Smed
C3	Maquinaria no automatizada para guardar datos del cambio de formato	Smed
C4	Mal faseo de gráfico ajuste electrónica	Smed
C15	Falta de conocimiento del personal	Smed

Fuente: Elaboración propia (2016)

En cada oportunidad de mejora se tiene como propuesta la aplicación de la metodología SMED la cual ayuda a atacar lo más relevante de todo lo revisado.

Figura 19

Diagrama de Pareto.



Fuente: La empresa (2015)

### 3.2.IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO

#### 3.2.1. Implementación de propuestas de mejora

El tiempo límite para su aplicación fue la de un mes, por lo que las actividades se orientaron en el período de 4 semanas, reflejados en el siguiente cronograma:

**Tabla 5** *Cronograma de Actividades.*

Ítem	Actividades	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
1	Capacitación de operadores				
2	SMED: Etapa preliminar				
3	SMED: Primera etapa: Separar tareas internas y externas.				
4	SMED: Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas				
5	SMED: Tercera etapa que es mejorar todas las tareas.				
6	SMED: Actividades de inspección de línea.				
7	Evaluación				

Fuente: Elaboración propia (2016)

#### 1. Capacitación a operadores

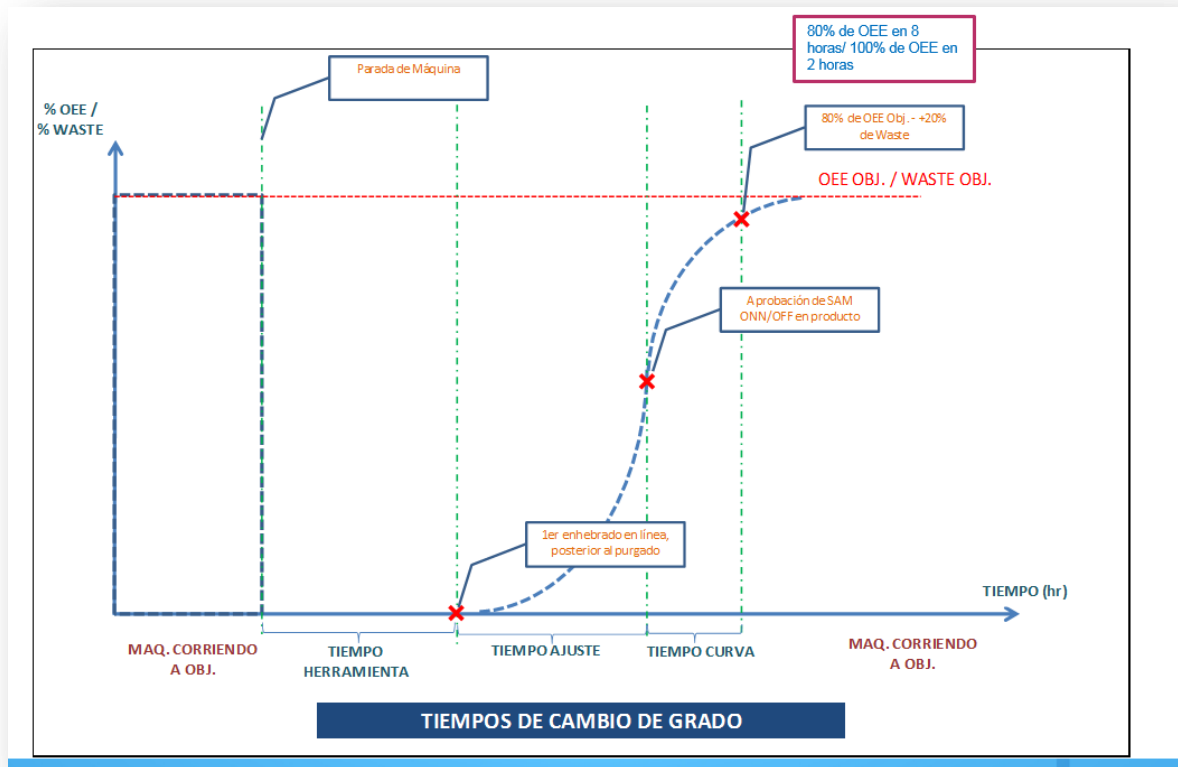
Fue necesaria una capacitación, por lo cual se armaron tres equipos con la tarea de realizar el cambio de formato.

Líderes y Operadores, Técnicos Eléctricos y Mecánicos, ejecutar las tareas asignadas durante el cambio de grado, en tiempo y forma según han sido asignados. Llevar el control de los registros de Centerlining (estandarización) y los tiempos de cada actividad. Comunicar cualquier anomalía que pudiese presentarse durante la parada de máquina. El personal conoce los conceptos de los tiempos de cambios de formato. Según indica la figura 19



**Figura 20**

Tiempos de cambio de formatos BCM.



Fuente: La empresa (2015)

**Tiempo de Herramientas de CF:** Tiempo estimado desde la parada de maquina hasta finalizar la última intervención mecánica, eléctrica u operativa definida en la actividad del cambio de grado o cambio de formato. el tiempo final de herramienta es cuando se realiza el primer enhebrado.

**Tiempo de Ajuste de CF:** Es el tiempo comprendido desde el primer enhebrado hasta que el producto cumpla con las especificaciones, un indicativo es el momento en que Calidad aprueba todas las mediciones según especificaciones del producto y la máquina inicia el pase a almacenes de unidades buenas.

**Curva de arranque:** Tiempo estimado desde la finalización del tiempo de ajuste hasta el momento en que la máquina logra los parámetros objetivos.

## 2. Etapa preliminar. Estudio de la operatividad

En los cambios de formatos de una talla a otra talla aplicando SMED el personal que ejecuta el cambio realiza las siguientes tareas previas:

Reunión de coordinación (Pre cambio) esta reunión deberán asistir, Planificador de mantenimiento, analistas de Mantenimiento y producción, supervisores de mantenimiento mecánico y eléctrico, Programador de Mantenimiento, coordinadores de procesos, analistas de máquinas y supervisores de Producción, también se podrá agregar a la reunión toda persona que se considere conveniente de acuerdo a las tareas a realizar. Dicha convocatoria la realizará el planner o programador de mantenimiento de producción.

En esta etapa cada cambio es medido para tener el total de tiempo de todos los cambios realizados en el cambio de formato o cambio de grado.

Tiempo de traslado de los pockets de formación:

- Ir de máquina al almacén de cambios de formato para transportar los pockets
- Usar carrito pokayoke para transportar los pockets hacia maquina
- Tener ya caja de herramientas seleccionadas e inspeccionada junto a maquina
- Desmontar los pockets de máquina usando pistola neumática
- Colocar los nuevos pockets usando pistola neumática
- Almacenar los pockets cambiados.

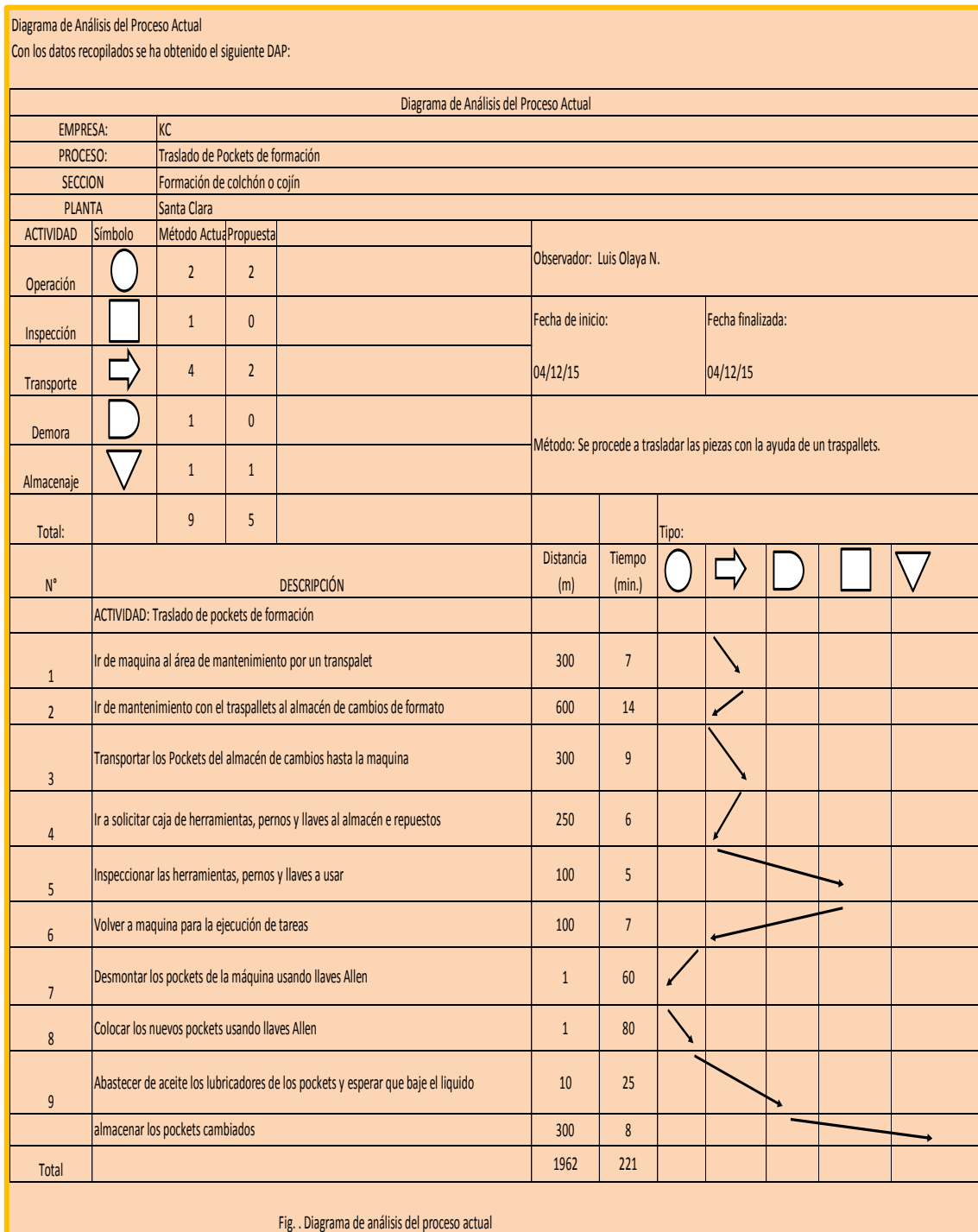
Figura 21

Cambios en tiempo en minutos.



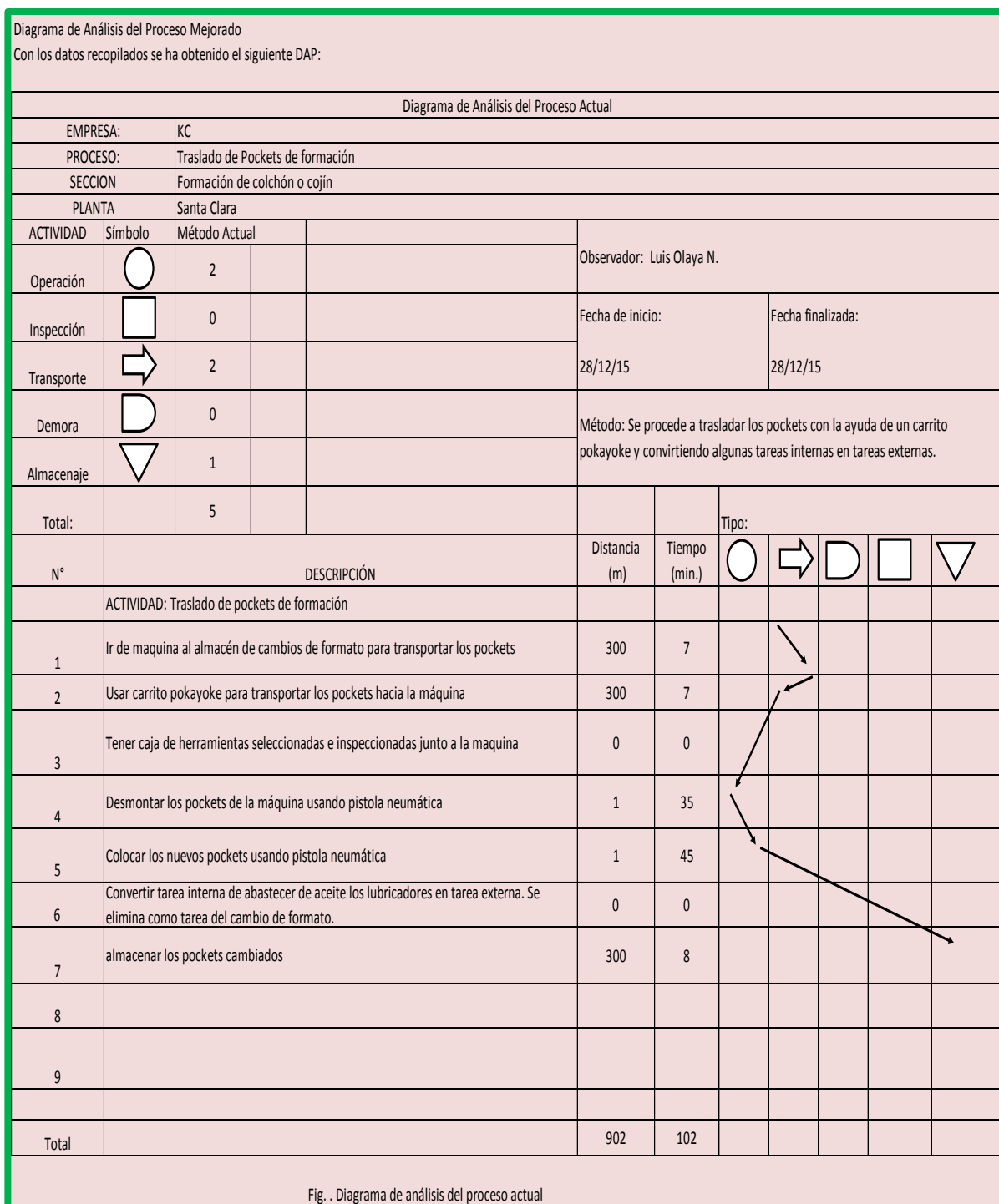
Fuente: La empresa (2015)

Figura 22  
DAP Antes.



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 23  
DAP Después.



Fuente: Elaboración propia (2016)

El transporte de los pockets se hacía con un estoca, la cual dificultaba la llegada de estos, tomando mayor tiempo de espera.

Figura 24

Transporte de pockets.



ANTES

Fuente: La empresa (2015)

Se fabrica coche pokayoke para transportar los pockets con mayor comodidad y ergonomía para los operadores, reduciendo significativamente los tiempos de espera.

Figura 25

Coche pokayoke.



DESPUÉS

Fuente: La empresa (2015)

- Es importante el uso de nuevos tornillos a utilizar y retirar los tornillos antiguos para asegurar un buen ajuste en cada cambio.
- Tener lista las **herramientas** antes del cambio.
- Tener las herramientas correspondientes y utilizar correctamente la herramienta asignada por cada estación.(pokayoke al pie de máquina)
- Solicitar al encargado del cambio, las llaves de la caja de control del Scarfing, para abrir el candado.

Figura 26

Uso correcto de herramientas.



ANTES



DESPUÉS

Fuente: La empresa (2015)

### 3. Primera etapa. Separar tareas internas y externas

#### Ejecución de las tareas externas

Luego del estudio de las tareas críticas del cambio juntamente con el personal de la línea se determinó que las tareas externas de este cambio con la maquina corriendo son:

- Preparar nuevas mangueras de vacíos, según la medida correspondiente de la estación de formación.

- Tener carrito pokayoke de los pockets al pie de máquina.
- Guardar seteos electrónicos de corrida anterior
- Guardar ajustes de gramaje de adhesivos
- Guardar seteos de desfase de gráfico
- Guardar seteos de intermitencias

### **Identificación de las tareas internas**

Tareas a ejecutar con la maquina parada, es aquí donde todo el equipo de operadores, técnicos mecánicos y electrónicos ingresan para comenzar a intervenir cada tarea asignada según el Gantt de cambio de formato o cambio de grado. Aquí medimos el tiempo de cada movimiento de preparación de las tareas más los movimientos internos, sobre el total de tiempo por operación.

- Actualizar ajuste de gramaje de adhesivos
- Cambio de posición de poleas
- Cambio de pockets
- Regulación de punteros laser
- Cambiar el recubrimiento de teflón tipo piel de gallina a rodillos tractores.
- Abastecer de aceite los lubricadores de las chumaceras de la estación de formación.
- Regulación de sensores Fife

## **4. Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas**

### **Ejecución de las tareas internas y reducción de los tiempos.**

Después de haber identificado todas las tareas externa e internas, ahora nos concentramos en seguir reduciendo más los tiempos, planteando la necesidad de convertir algunas actividades internas en externas, evaluando siempre no ir en contra de la seguridad de los trabajadores y que después de realizar el estudio económico para su inversiones se pueda aceptar esta alternativa.

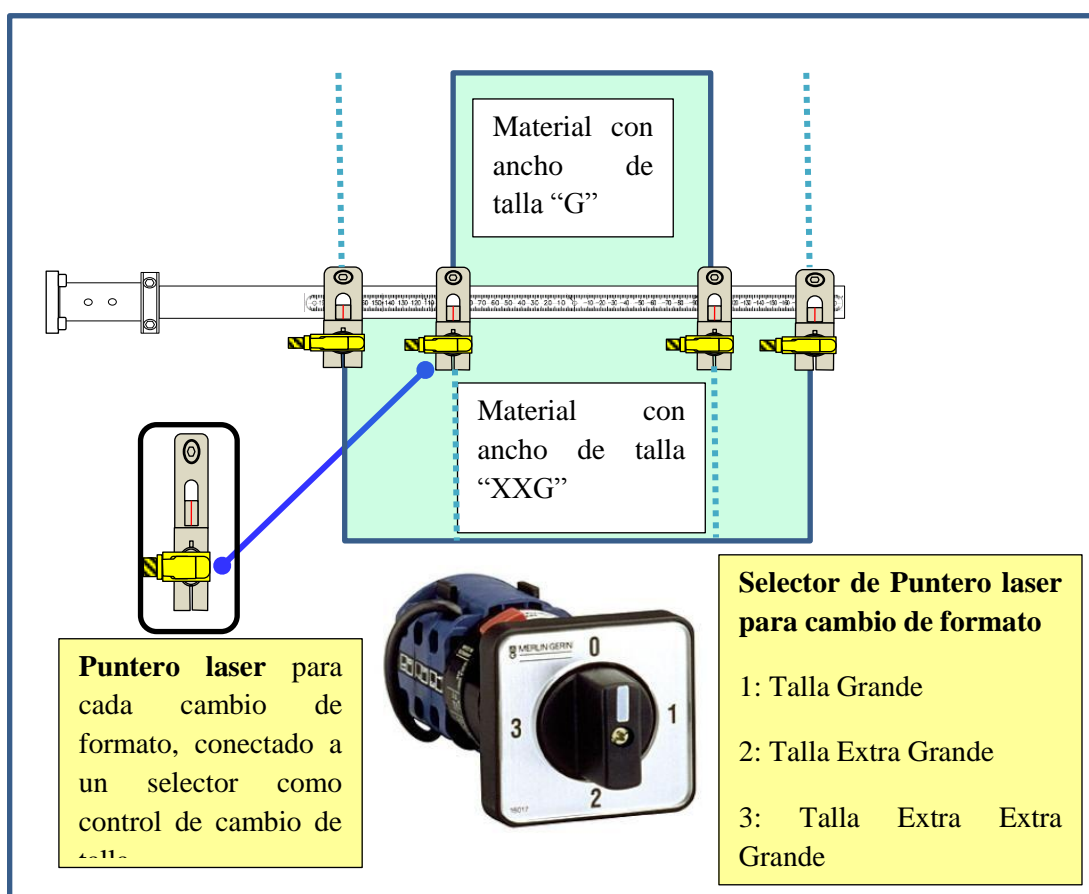
## Tareas internas convertidas en tareas externas

### Regulación de punteros laser

Para los cambios de formatos se tiene que regular estos punteros laser a la medida del material de la nueva talla, dicho sensores son regulados en toda línea de producción y toma un tiempo promedio de 35 minutos entre soltar y ajustar los pernos hasta la medida de la talla, con la propuesta del Smed se convierte el tiempo de esta tarea en menos de 3 segundos, tan solo con una baja inversión económica de nuevos punteros laser que estén fijos cada uno por cada talla, teniendo como control principal control un selector de accionamiento para la talla que corresponda.

Figura 27

Regulación de punteros laser.



Fuente: Elaboración propia

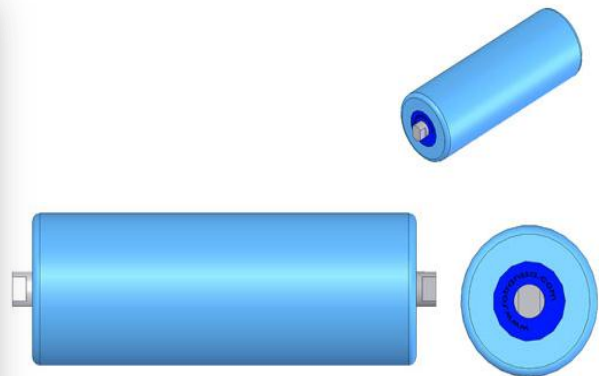
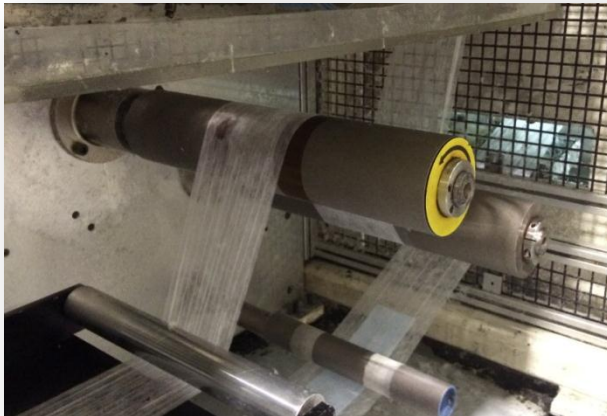


### **Cambiar el recubrimiento de teflón tipo piel de gallina a rodillos tractores**

El recubrimiento de estos rodillos sufren desgaste debido a su tiempo de vida por las horas de trabajo, es por ello que se deben colocar un recubrimiento llamado teflón de pile de gallina, esta tarea interna fue retirada teniendo como repuesto un rodillo fuera de máquina para hacer el cambio del teflón mientras la maquina sigue funcionando. Al parar la máquina para ejecutar el cambio de formato se hace el cambio de este rodillo reduciendo así el tiempo de esta tarea en 50%. Es decir de 20 minutos que se necesitaba para hacer el cambio de este rodillo, ahora el tiempo es de 10 minutos.

Figura 28

Recubrimiento de rodillo.



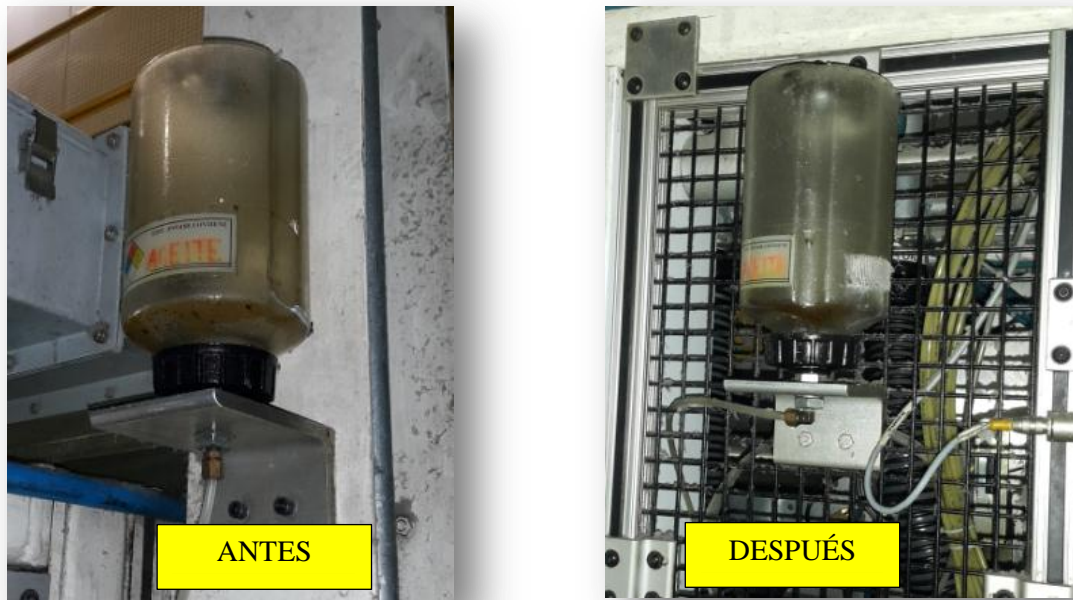
Fuente: La empresa (2015)

### **Abastecer de aceite los lubricadores de las chumaceras de la estación de formación.**

Aquellos lubricadores que se encuentra en la parte interna de los pockets se retirarán y se pondrán en la parte externa de la máquina y así hacer este trabajo mientras la maquina sigue funcionando, esta tarea ya no es más una tarea interna.

**Figura 29**

Uso correcto de lubricadores.



Fuente: La empresa (2015)

### **5. Tercera etapa. Mejorar todas las tareas**

En el transcurso del cambio los operadores y técnicos hacen uso de los pasos a seguir en cada tarea, como se observa en la Tabla, se dividen las diferentes etapas que forman parte del proceso que se requieren para realizar un cambio y se definen los responsables en cada uno.

En lo anterior permite que sean sencillas de detectar las tareas a realizar por cada miembro del equipo y además cuente con las responsabilidades asignadas en cada caso a las personas involucradas en la labor.

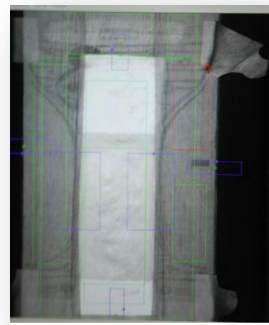
**Tabla 6** Formato de plan de cambio de grado.

N°	Actividad	Tipo de Actividad (Interna/Externa)	Tiempo Planeado	Hora de Inicio	Hora Final	Tiempo Real
<b>TRABAJOS ADHESIVOS</b>						
5	Limpieza zona de aplicadores back ear	Interna	60	09:45	10:16	31
	<b>Limpieza zona de aplicadores frontal ear</b>	<b>Interna</b>	<b>60</b>	<b>10:05</b>	<b>10:25</b>	<b>20</b>
<b>TRABAJOS MECANICOS</b>						
12	Ajustes del Elmer oreja posterior	Interna	20	10:00	10:18	20
13	Ajuste Elmer oreja delantera	Interna	20	08:20	08:40	20
14	Cambio de Placas del DBK	Interna	30	08:30	09:07	37
19	Limpieza de cuchilla del Hook	Interna	10	09:00	09:10	10
20	Cambio de Bagger - <b>CAMBIO DE MEDIA LUNA DEL AGRUPADOR</b>	Interna	30	08:20	09:00	40
21	Inspección de estación de hook	Interna	15	08:25	10:45	15
23	Cambio de insertos del OSCAR 52 - LEVA G	Interna	15	08:25	10:48	18
24	Limpieza DE ESTACION DEL SURGE	Interna	20	08:25	10:45	15
<b>TRABAJOS OPERATIVOS</b>						
26	Estacion 50 y 150 (limpieza de camara y FT#1 y Molino FBZ)	Interna	90	09:10	09:50	40
27	<b>Estacion 100 (Cambio de Pockets y posicion de faja)</b>	<b>Externa</b>	<b>30</b>	<b>08:30</b>	<b>11:33</b>	<b>180</b>
28	<b>Estacion 200 - 250 (cambio de Calzas e insertos en Debulker)</b>	<b>Interna</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
37	Estacion 4000-4100 y 4200 (cambio doblador de barreras, posicion aplicadores y topes portarrollos)	Interna	90	08:30	08:50	20
39	Estacion 5000 (seteo Cut and Place)	Interna	90	10:34	10:47	12

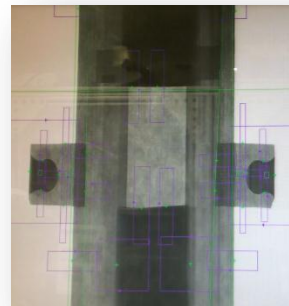
Fuente: Elaboración propia (2016)

Se hace mejora de la parte electrónica para guardar los datos de los cambios de grado y el desfase del gráfico tenga mayor control a través de la herramientas del vision.

Figura 30  
Mejora de parte electrónica.



ANTES



DESPUÉS

Fuente: La empresa (2015)

Se selecciona al personal con experiencia. Un facilitador coordina el trabajo.

**Analista de Producción** Es el facilitador es quien Convocar, preparar, liderar y asegurar la ejecución de las reuniones de Cambio de Grado y post Cambio de Grado, preparar las actividades referentes al producto o talla que implique una actividad de cambio, , generar los planes de acción en las reuniones Post Cambio según se establece en el presente procedimiento. Así mismo; realizar el seguimiento y asegurar los recursos previos durante la parada de máquina.

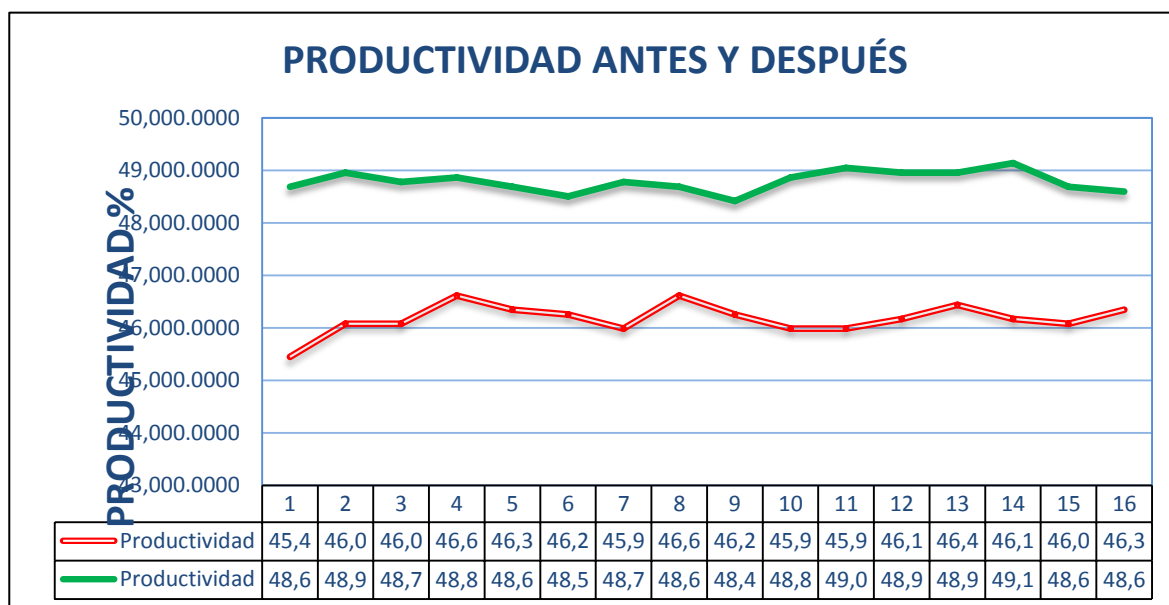
**Supervisor de Mantenimiento** Asistir a las reuniones de cambios, asigna los recursos previos a la ejecución del cambio, supervisar, organizar las tareas durante la preparación y la ejecución del cambio de grado.

**Líderes y Operadores, Técnicos Eléctricos y Mecánicos**, ejecutan las tareas asignadas durante el cambio de grado, en tiempo y forma según han sido asignados. Llevar el control de los registros de Centerlining y los tiempos de cada actividad. Comunicar cualquier anomalía que pudiese presentarse durante la parada de máquina.

1. **Seguimiento y evaluación de resultados.** Y se realiza nuevamente el punto 3 y 4.

Figura 31

Seguimiento de productividad.



Fuente: Elaboración propia (2016)

**Estandarización y expansión:** al tener un par de meses con buenos resultados definimos que este problema está en control y se capacita al personal con este nuevo procedimiento. En tanto a la expansión, ésta se refiere a replicar las mejoras a otras áreas de la empresa.

Realizadas las reuniones con los operadores, se consideraron las mejoras para reducir los tiempos de ajuste en la línea, entre las cuales se incluyó la parte mecánica y electrónica:

### 1. Disminuir el tiempo de ajustes de cambio

Se buscó disminuir el tiempo de ajustes de cambio tal como se puede apreciar en la Tabla 7.

### 2. Actividades de inspección de línea

Realizado según el Plan de acción en formación como se observa en la Tabla 8.

**Tabla 7** *Tiempo de ajustes de cambio.*

[illegible]

Fuente: Elaboración propia (2016)



**Tabla 8** *Plan de acción en formación.*

[illegible]

Fuente: Elaboración propia (2016)

### **3.2.2. Beneficios de la aplicación**

En la aplicación del SMED, los beneficios fueron los siguientes:

- Se mejoró el proceso productivo actual para la fabricación de pañales, así también la propuesta permitió la estandarización de los procesos de mecanizado en la línea considerando los cambios de formato, que se realizan en menor tiempo de lo esperado porque se convirtieron las operaciones internas en externas.
- Se incrementó la rapidez de los procesos de fabricación de pañales ya que se cambiaron las operaciones internas a operaciones externas aprovechando al máximo el tiempo de fabricación en los cambios de formatos, incrementándose con ello la producción de la máquina y haciéndola más eficiente para la organización.
- Se redujeron los tiempos aplicados en los cambios de formato, así como los tiempos muertos de la maquina cuando estaba fuera de funcionamiento por causa de una planificación anticipada del nuevo lote de pañales a fabricar.

## **3.3.COMPARACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN**

### **3.3.1. Costos de la aplicación**

La inversión realizada para la aplicación del Smed se basó fundamentalmente en las capacitaciones de los empleados de la empresa:

Para la aplicación del Smed se necesitó una inversión de \$5,000.00.

Así también, se realizaron las capacitaciones contándose con personal para ello (Tabla 9), cuyos costos ascienden a un total de \$1,260.48. Finalmente, la inversión necesaria para implementar el Smed es de \$6,260.00 (Tabla 10).



En la Tabla 10 se muestra la inversión total realizada en la propuesta:

**Tabla 9** Costo por personal para la implementación.

Ítem	Nombre del recurso	Trabajo (horas)	Tasa estándar	Costo S/	Costo \$
1	Capacitador	30	100	3000.00	898.20
2	Supervisor de Planta	70	10.00	700.00	209.58
3	Operador de línea	20	8.00	160.00	47.90
4	Ayudante 1	50	7.00	350.00	104.79
Total				1210.00	1260.48

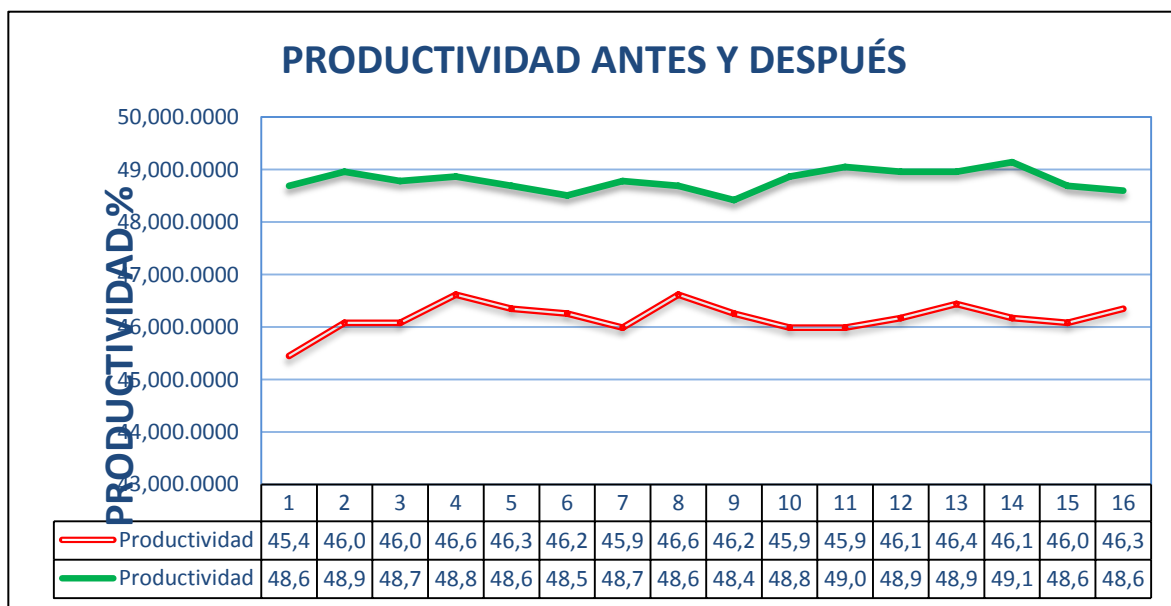
**Tabla 10** Inversión total de la propuesta.

Propuesta	Inversión \$
Capacitación	1,260.48
Aplicación	5,000.00
Total	6,260.48

### 3.3.2. Incremento de la productividad

Figura 32

Comparación de la productividad antes y después del Smed



Fuente: Elaboración propia (2016)

### 3.3.3. Análisis costo-beneficio

**Tabla 11.** *Ahorro por reducción de tiempo.*

Costo por desperdicios	Horas promedio mes	Costo por hora \$	Costo mensual \$	Costo anual \$
Horas de cambios de formato sin aplicación del Smed	56	700	39,375	472,500
Horas de cambios de formato con aplicación del Smed	21	700	15,015	180,180
Ahorro	35	700	24,360	292,320

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Tabla 12** *Relación Beneficio/Costo.*

	Valor presente
Costo total	\$6,260.48
Beneficio	\$292,320.00
Relación Beneficio/Costo	\$46.69

Fuente: Elaboración propia (2016)

## 3.4.CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Se realizan las pruebas de ensayo de las hipótesis descritas para la realización de esta investigación, considerando que la Hipótesis General corresponde a:

La aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

Las variables de medición fueron subdivididas en hipótesis específicas

### 3.4.1. Contrastación de Hipótesis General

La hipótesis general corresponde a:

La aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

A fin de realizar la prueba de hipótesis, se debe hacer la significancia estadística, para lo cual se seguirá una secuencia ordenada de pasos:

## **I. Formulación de Hipótesis Estadística**

Hipótesis Nula ( $H_0$ )

$H_0$ : La aplicación del Smed no mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )

$H_1$ : La aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

## **II. Establecer el Nivel de Significancia**

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de  $5\% = 0.05$ .

## **III.- Determinación del Estadígrafo a Emplear**

Al tratarse de una variable cuantitativa que se evalúa siguiendo un diseño longitudinal en 2 momentos, razón por la que se establece la necesidad de utilizar estadígrafos para dos muestras relacionadas. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se deberá cumplir con los siguientes supuestos:

### **a) Determinación de la Distribución Normal de los Datos**

Para corroborar la distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30, es decir, según la regla por haberse utilizado 16 hojas de registros. El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es:

$p\text{-valor} > \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal.

$p\text{-valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 13. Prueba de normalidad.**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	.921	16	.176
Productividad después	.975	16	.910

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Tabla 14. Determinación de normalidad.**

P valor (la productividad-antes) = 0.176	>	$\alpha = 0.05$
P valor (la productividad-después) = 0.910	>	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia (2016)

Como p-valor es mayor al valor de  $\alpha$  (0.05) se acepta la hipótesis nula por lo cual es posible afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

**Tabla 15. Productividad.**

	Semana	B	E	F	Productividad
		Factor de producción (Horas Empleadas) 24hx7días	Productos logrados a 840 ppm	Meta a producir	Unidades por hora. E / B
ANTES	1	168.00	7,635,600.00	8,500,000.00	45,450.00
	2	168.00	7,741,440.00	8,500,000.00	46,080.00
	3	168.00	7,741,440.00	8,500,000.00	46,080.00
	4	168.00	7,832,160.00	8,500,000.00	46,620.00
	5	168.00	7,786,800.00	8,500,000.00	46,350.00
	6	168.00	7,771,680.00	8,500,000.00	46,260.00
	7	168.00	7,726,320.00	8,500,000.00	45,990.00
	8	168.00	7,832,160.00	8,500,000.00	46,620.00
	9	168.00	7,771,680.00	8,500,000.00	46,260.00
	10	168.00	7,726,320.00	8,500,000.00	45,990.00
	11	168.00	7,726,320.00	8,500,000.00	45,990.00
	12	168.00	7,756,560.00	8,500,000.00	46,170.00
	13	168.00	7,801,920.00	8,500,000.00	46,440.00
	14	168.00	7,756,560.00	8,500,000.00	46,170.00
	15	168.00	7,741,440.00	8,500,000.00	46,080.00
	16	168.00	7,786,800.00	8,500,000.00	46,350.00
DESPUÉS	1	168.00	8,179,920.00	8,500,000.00	48,690.00
	2	168.00	8,225,280.00	8,500,000.00	48,960.00
	3	168.00	8,195,040.00	8,500,000.00	48,780.00
	4	168.00	8,210,160.00	8,500,000.00	48,870.00
	5	168.00	8,179,920.00	8,500,000.00	48,690.00
	6	168.00	8,149,680.00	8,500,000.00	48,510.00
	7	168.00	8,195,040.00	8,500,000.00	48,780.00
	8	168.00	8,179,920.00	8,500,000.00	48,690.00
	9	168.00	8,134,560.00	8,500,000.00	48,420.00
	10	168.00	8,210,160.00	8,500,000.00	48,870.00
	11	168.00	8,240,400.00	8,500,000.00	49,050.00
	12	168.00	8,225,280.00	8,500,000.00	48,960.00
	13	168.00	8,225,280.00	8,500,000.00	48,960.00
	14	168.00	8,255,520.00	8,500,000.00	49,140.00
	15	168.00	8,179,920.00	8,500,000.00	48,690.00
	16	168.00	8,164,800.00	8,500,000.00	48,600.00

Fuente: Elaboración propia (2016)

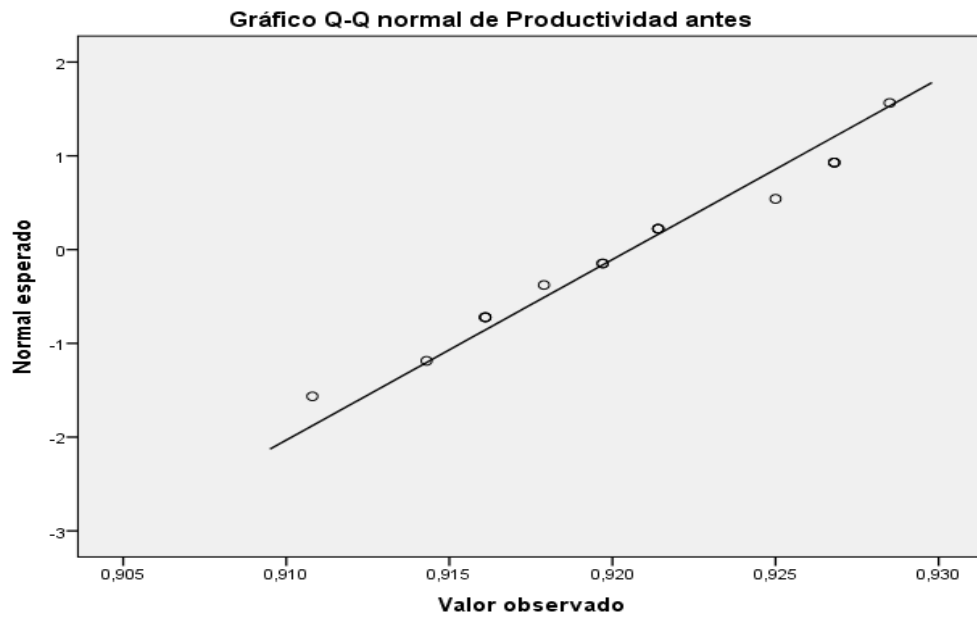
**Tabla 16. Estadísticos descriptivos (Hipótesis general).**

Descriptivos		Estadístico	Error estándar
ANTES	Media	46181.2500	70.61560
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 46030.7364 Límite superior 46331.7636	
	Media recortada al 5%	46197.5000	
	Mediana	46170.0000	
	Varianza	79785.000	
	Desviación estándar	282.46239	
	Mínimo	45450.00	
	Máximo	46620.00	
	Rango	1170.00	
	Rango intercuartil	337.50	
	Asimetría	-.738	.564
	Curtosis	2.091	1.091
DESPUES	Media	48791.2500	49.20937
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 48686.3627 Límite superior 48896.1373	
	Media recortada al 5%	48792.5000	
	Mediana	48780.0000	
	Varianza	38745.000	
	Desviación estándar	196.83750	
	Mínimo	48420.00	
	Máximo	49140.00	
	Rango	720.00	
	Rango intercuartil	270.00	
	Asimetría	-.094	.564
	Curtosis	-.470	1.091

Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 33

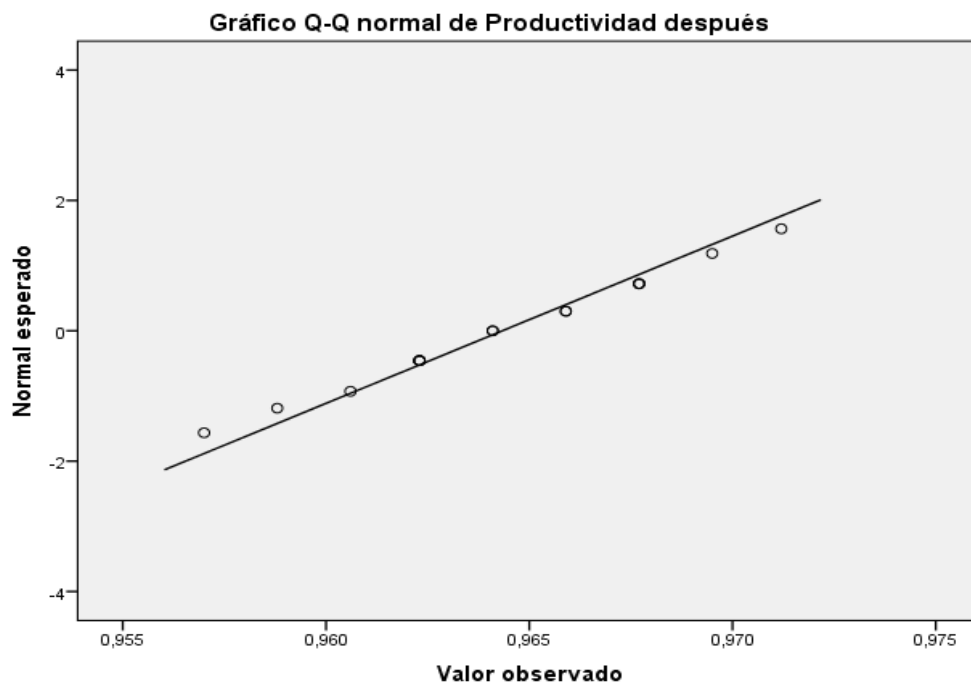
Gráfico Q-Q normal de Productividad Antes



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 34

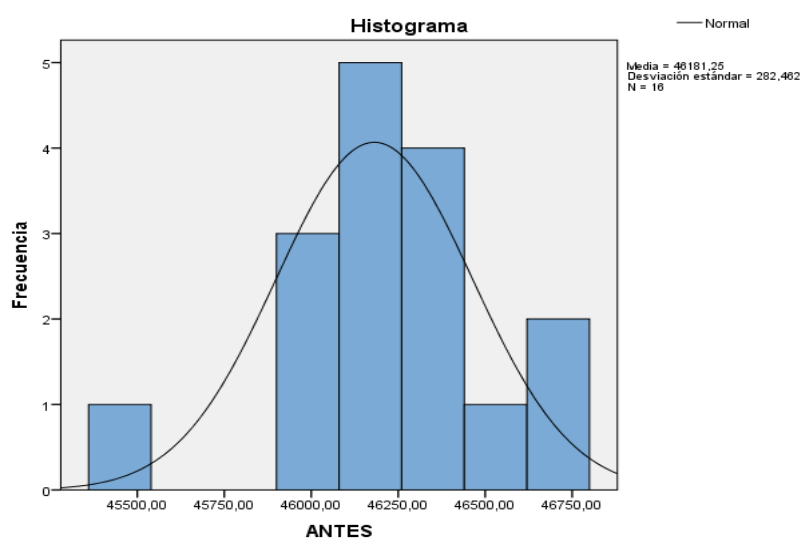
Gráfico Q-Q normal de Productividad Después



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 35

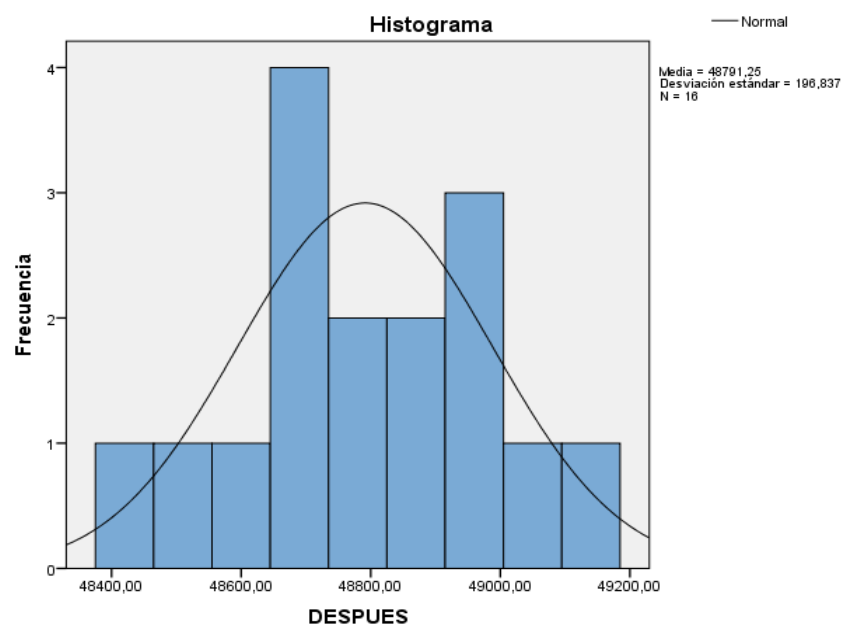
Histograma de productividad (antes)



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 36

Histograma de productividad (después)



Fuente: Elaboración propia (2016)

#### IV.- Estimación del P-Valor

Se lleva a cabo la ejecución de la prueba **T** a fin de poner a prueba la hipótesis planteada.

**Tabla 17.** *Prueba T para muestras relacionadas.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Productividad antes	46181.2500	16	282.46239	70.61560
	Productividad después	48791.2500	16	196.83750	49.20937

Fuente: Elaboración propia (2016)

De la tabla 17 se observa que la media de la productividad antes del Smed es de 0.92 (92%), y la media del puntaje de la productividad después del Smed es de 0.96 (96%).

**Tabla 18.** *Correlaciones de muestras relacionadas.*

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Productividad antes & Productividad después	16	-.080	.768

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Tabla 19.** *Prueba de muestras relacionadas.*

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productiv ad antes - Productiv ad después	-2610.00000	356.98739	89.24685	-2800.22516	-2419.77484	-29.245	15	.000

Fuente: Elaboración propia (2016)

#### V.-Toma de Decisión

Como P-Valor es menor a 0,05, por lo tanto, hay diferencias estadísticamente



significativas entre la productividad antes y después del Smed.

La aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

### **3.4.2. Contrastación de Hipótesis Específicas**

En el evento de estudio se analizan de manera independiente las hipótesis específicas, las cuales son:

- La aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.
- La aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016.

### **3.4.3. Hipótesis Específica 1**

La hipótesis específica 1 corresponde a:

La aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

A fin de realizar la prueba de esta hipótesis, se debe hacer la significancia estadística, para lo cual se seguirá una secuencia ordenada de pasos:

## **I.- Formulación de Hipótesis Estadística**

Hipótesis Nula ( $H_0$ )

$H_0$ : La aplicación del Smed no mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )

$H_1$ : La aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

## II. Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de  $5\% = 0.05$ .

## III. Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable cuantitativa que se evalúa siguiendo un diseño longitudinal en 2 momentos, razón por la que se establece la necesidad de utilizar estadígrafos para dos muestras relacionadas. A fin de poder identificar el estadígrafo idóneo para el análisis, se deberá cumplir con los siguientes supuestos:

### b) Determinación de la Distribución Normal de los Datos

Para corroborar la distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30, es decir, según la regla por haberse utilizado 16 hojas de registros. El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es:

$p\text{-valor} > \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal.

$p\text{-valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 20.** *Prueba de normalidad.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	.952	16	.524
Eficiencia después	.976	16	.922

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Tabla 21.** *Determinación de normalidad.*

P valor (la eficiencia-antes) = 0.524	>	$\alpha = 0.05$
P valor (la eficiencia-después) = 0.922	>	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia (2016)

Como  $p\text{-valor}$  es mayor al valor de  $\alpha$  (0.05) se acepta la hipótesis nula por lo cual es posible afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

**Tabla 22. Eficiencia.**

HORAS Programadas (168 horas a la semana)	Horas máquina utilizadas		Eficiencia: Horas programadas / Horas utilizadas	
	Antes	Después	Antes	Después
Semana 1	185	174	91.06%	96.72%
Semana 2	182	173	92.11%	97.22%
Semana 3	182	173	92.11%	96.89%
Semana 4	181	173	93.02%	97.05%
Semana 5	182	174	92.56%	96.72%
Semana 6	182	174	92.41%	96.39%
Semana 7	183	173	91.95%	96.89%
Semana 8	181	174	93.02%	96.72%
Semana 9	182	175	92.41%	96.22%
Semana 10	183	173	91.95%	97.05%
Semana 11	183	173	91.95%	97.39%
Semana 12	182	173	92.26%	97.22%
Semana 13	181	173	92.72%	97.22%
Semana 14	182	172	92.26%	97.56%
Semana 15	182	174	92.11%	96.72%
Semana 16	182	174	92.56%	96.55%

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Tabla 23.** Estadísticos descriptivos (Hipótesis específica 1).

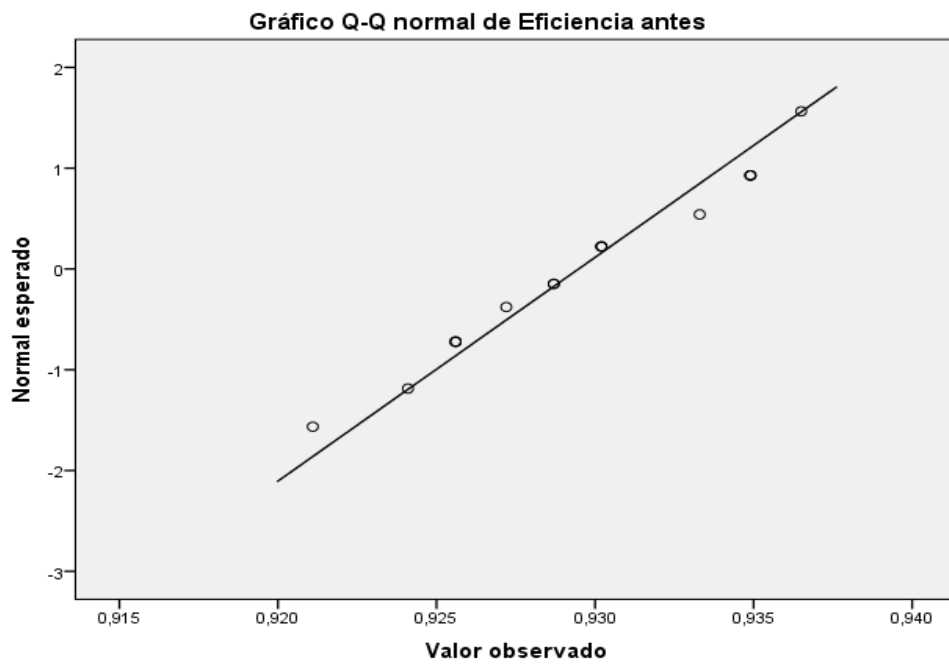
## Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
Eficiencia antes	Media		.92948125	.001126026
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.92708118	
		Límite superior	.93188132	
	Media recortada al 5%		.92955694	
	Mediana		.92945000	
	Varianza		.000	
	Desviación estándar		.004504105	
	Mínimo		.921100	
	Máximo		.936500	
	Rango		.015400	
	Rango intercuartil		.008900	
	Asimetría		-.044	.564
	Curtosis		-.874	1.091
Eficiencia después	Media		.96908125	.000913246
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.96713471	
		Límite superior	.97102779	
	Media recortada al 5%		.96910139	
	Mediana		.96890000	
	Varianza		.000	
	Desviación estándar		.003652984	
	Mínimo		.962200	
	Máximo		.975600	
	Rango		.013400	
	Rango intercuartil		.005000	
	Asimetría		-.081	.564
	Curtosis		-.456	1.091

Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 37

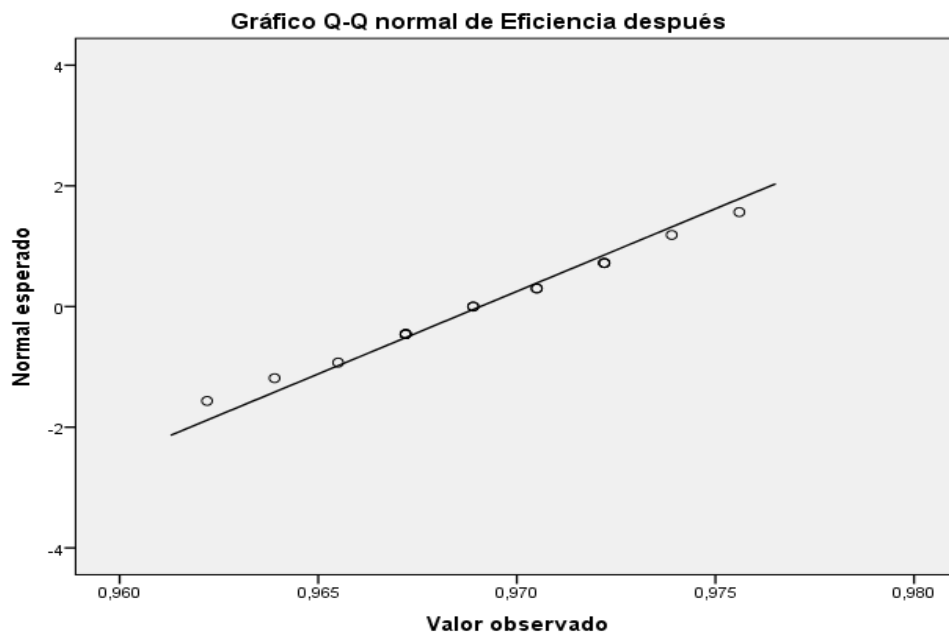
Gráfico Q-Q normal de Eficiencia Antes



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 38

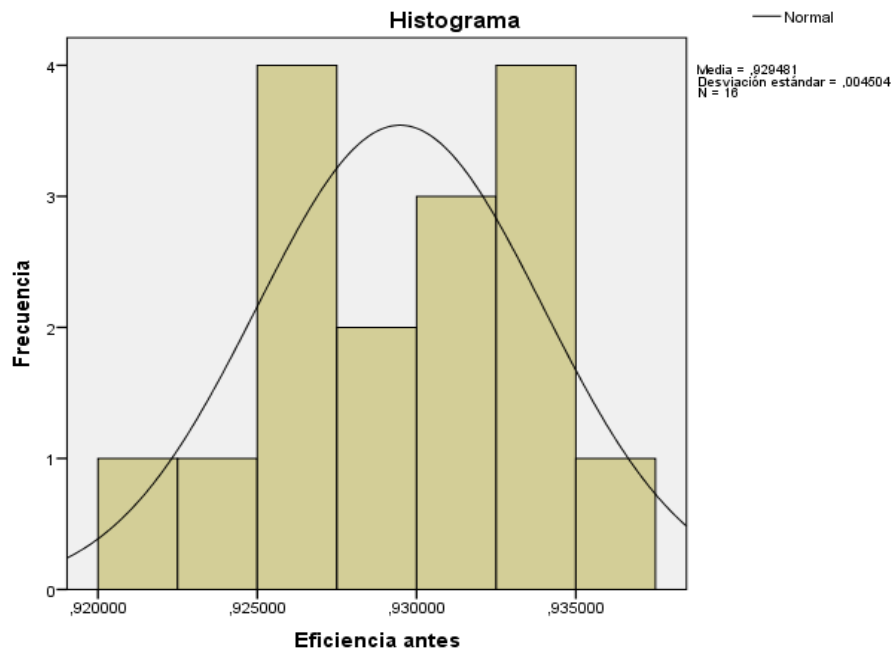
Gráfico Q-Q normal de Eficiencia Después



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 39

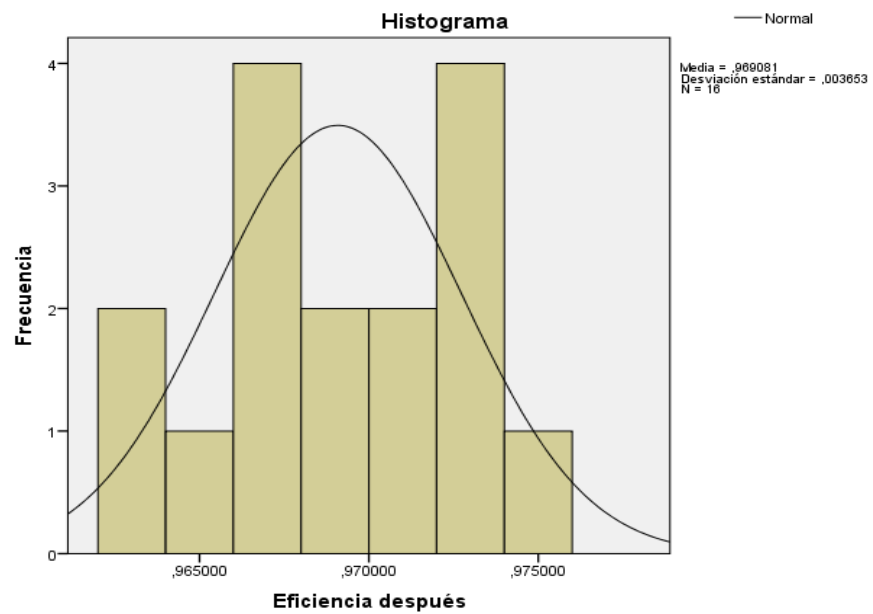
Histograma de eficiencia (antes)



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 40

Histograma de eficiencia (después)



Fuente: Elaboración propia (2016)

#### IV.- Estimación del P-Valor

Se lleva a cabo la ejecución de la prueba **T** a fin de poner a prueba la hipótesis planteada.

**Tabla 24.** *Prueba T para muestras relacionadas.*

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Eficiencia antes	.92948125	16	.004504105	.001126026
	Eficiencia después	.96908125	16	.003652984	.000913246

Fuente: Elaboración propia (2016)

De la tabla 24 se observa que la media de la eficiencia antes del Smed es de 0.92 (92%), y la media del puntaje de la eficiencia después del Smed es de 0.96 (96%).

**Tabla 25.** *Correlaciones de muestras relacionadas.*

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Eficiencia antes y Eficiencia después	16	.198	.462

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Tabla 26.** *Prueba de muestras relacionadas.*

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia antes - Eficiencia después	-.039600000	.005207303	.001301826	-.042374776	-.036825224	-30.419	15	.000

Fuente: Elaboración propia (2016)

## **V.-Toma de Decisión**

Como P-Valor es menor a 0,05, por lo tanto, hay diferencias estadísticamente significativas entre la eficiencia antes y después del Smed.

La aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.

### **3.4.4. Hipótesis Específica 2**

La hipótesis específica 2 corresponde a:

La aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016.

A fin de realizar la prueba de esta hipótesis, se debe hacer la significancia estadística, para lo cual se seguirá una secuencia ordenada de pasos:

## **I.-Formulación de Hipótesis Estadística**

Hipótesis Nula ( $H_0$ )

$H_0$ : La aplicación del Smed no mejora la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ )

$H_1$ : La aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016

## **II.-Establecer el Nivel de Significancia**

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 5% = 0.05.

## **III.- Determinación del Estadígrafo a Emplear**

Al tratarse de una variable cuantitativa que se evalúa siguiendo un diseño longitudinal en 2 momentos, razón por la que se establece la necesidad de utilizar estadígrafos para dos muestras relacionadas. A fin de poder identificar el



estadígrafo idóneo para el análisis, se deberá cumplir con los siguientes supuestos:

**a). Determinación de la Distribución Normal de los Datos**

Para corroborar la distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30, es decir, según la regla por haberse utilizado 16 hojas de registros. El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es:

$p\text{-valor} = > \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal.

$p\text{-valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 27.** *Prueba de normalidad.*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes	.950	16	.493
Eficacia después	.976	16	.920

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Tabla 28.** *Determinación de normalidad.*

P valor (la eficacia-antes) = 0.493	>	$\alpha = 0.05$
P valor (la eficacia -después) = 0.920	>	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia (2016)

Como  $p\text{-valor}$  es mayor al valor de  $\alpha$  (0.05) se acepta la hipótesis nula por lo cual es posible afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

**Tabla 29. Eficacia.**

Productos programados 8,5000.000	Productos logrados		Eficacia: Productos logrados /Producto programado	
	Antes	Después	Antes	Después
Semana 1	7,635,600	8,179,920	89.83%	96.23%
Semana 2	7,741,440	8,225,280	91.08%	96.77%
Semana 3	7,741,440	8,195,040	91.08%	96.41%
Semana 4	7,832,160	8,210,160	92.14%	96.59%
Semana 5	7,786,800	8,179,920	91.61%	96.23%
Semana 6	7,771,680	8,149,680	91.43%	95.88%
Semana 7	7,726,320	8,195,040	90.90%	96.41%
Semana 8	7,832,160	8,179,920	92.14%	96.23%
Semana 9	7,771,680	8,134,560	91.43%	95.70%
Semana 10	7,726,320	8,210,160	90.90%	96.59%
Semana 11	7,726,320	8,240,400	90.90%	96.95%
Semana 12	7,756,560	8,225,280	91.25%	96.77%
Semana 13	7,801,920	8,225,280	91.79%	96.77%
Semana 14	7,756,560	8,255,520	91.25%	97.12%
Semana 15	7,741,440	8,179,920	91.08%	96.23%
Semana 16	7,786,800	8,164,800	91.61%	96.06%

Fuente: Elaboración propia (2016)

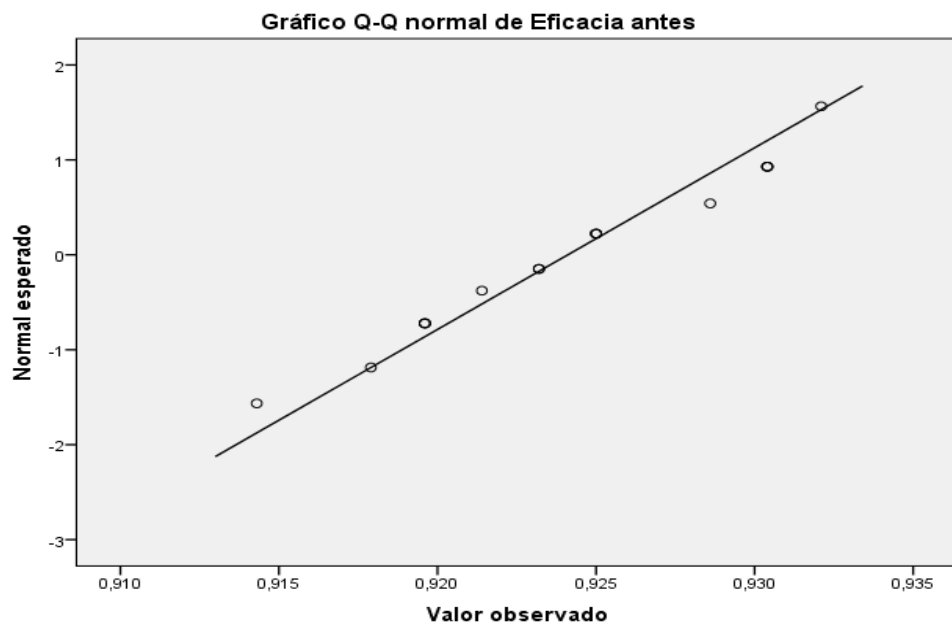
**Tabla 30.** Estadísticos descriptivos (Hipótesis específica 2).

			Estadístico	Error estándar
Eficacia antes	Media		.92410625	.001306856
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.92132075	
		Límite superior	.92689175	
	Media recortada al 5%		.92420694	
	Mediana		.92410000	
	Varianza		.000	
	Desviación estándar		.005227424	
	Mínimo		.914300	
	Máximo		.932100	
	Rango		.017800	
	Rango intercuartil		.010350	
	Asimetría		-.067	.564
	Curtosis		-.877	1.091
Eficacia después	Media		.96808125	.000973448
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.96600639	
		Límite superior	.97015611	
	Media recortada al 5%		.96810694	
	Mediana		.96790000	
	Varianza		.000	
	Desviación estándar		.003893793	
	Mínimo		.960700	
	Máximo		.975000	
	Rango		.014300	
	Rango intercuartil		.005300	
	Asimetría		-.102	.564
	Curtosis		-.433	1.091

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Figura 41**

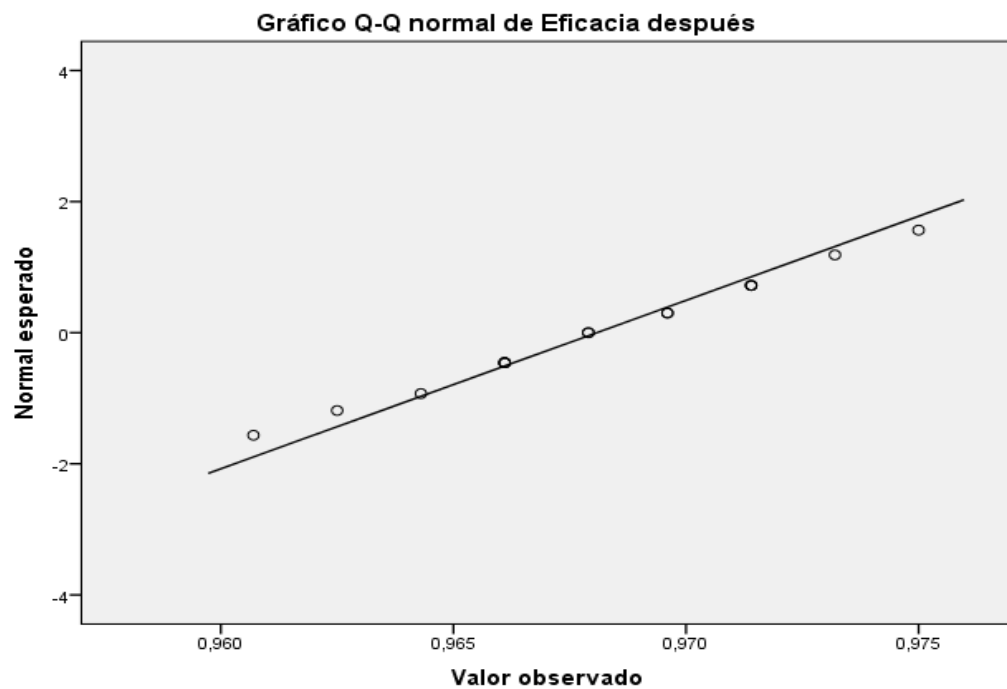
Gráfico Q-Q normal de Eficacia Antes



Fuente: Elaboración propia (2016)

**Figura 42**

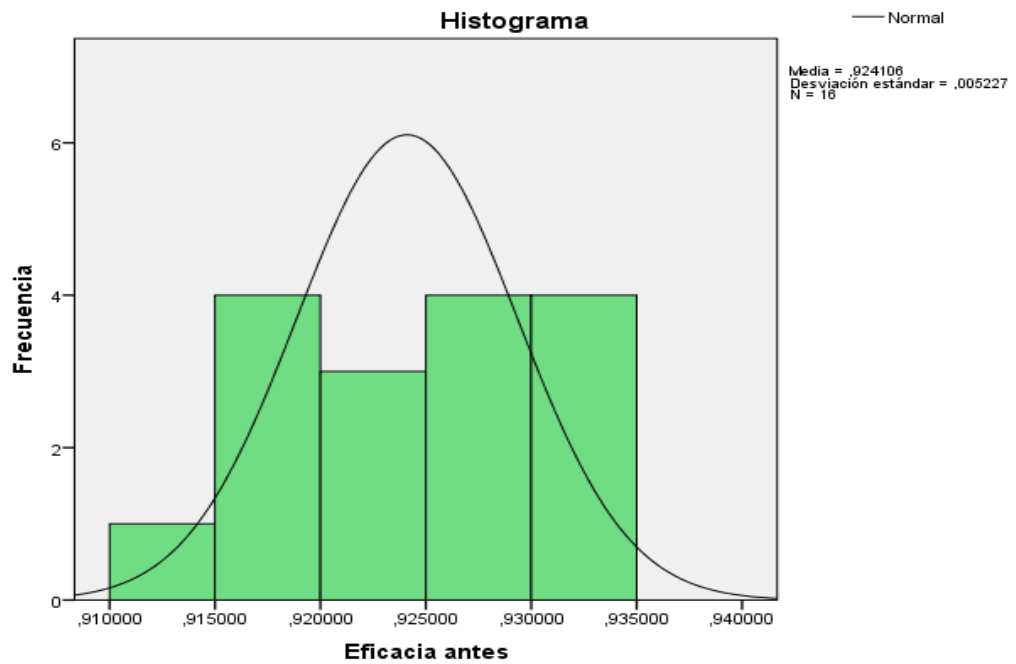
Gráfico Q-Q normal de Eficacia Después



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 43

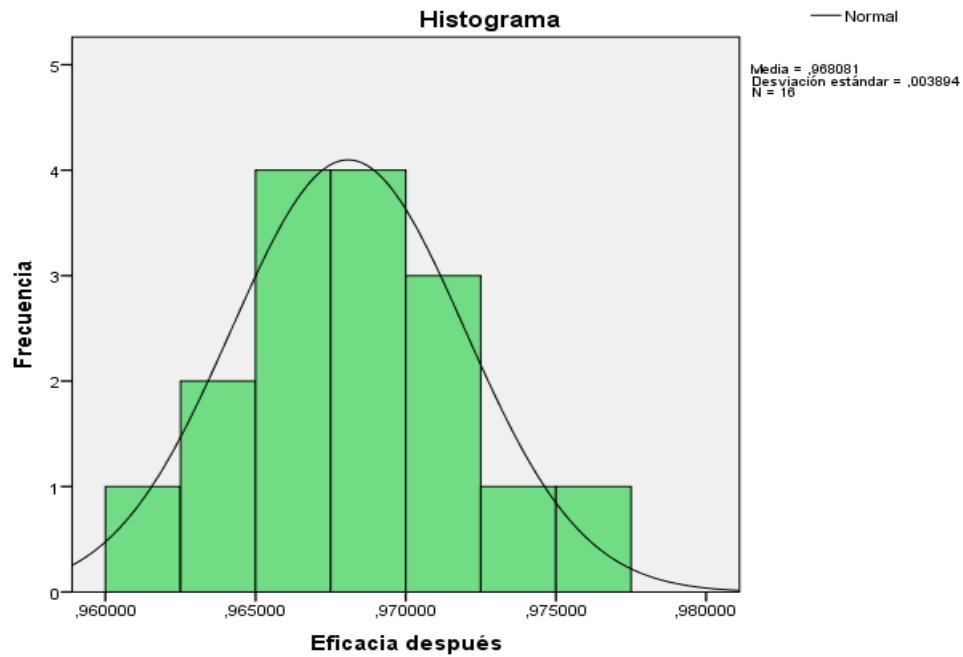
Histograma de eficacia (antes)



Fuente: Elaboración propia (2016)

Figura 44

Histograma de eficacia (después)



Fuente: Elaboración propia (2016)

#### IV.- Estimación del P-Valor

Se lleva a cabo la ejecución de la prueba **T** a fin de poner a prueba la hipótesis planteada.

**Tabla 31.** *Prueba T para muestras relacionadas.*

		Media	N	Desviación típ.
Par 1	Eficacia antes	.92410625	16	.005227424
	Eficacia después	.96808125	16	.003893793

Fuente: Elaboración propia (2016)

De la tabla 31 se observa que la media de la eficacia antes del Smed es de 0.92 (92%), y la media del puntaje de la eficacia después del Smed es de 0.96 (96%).

**Tabla 32.** *Correlaciones de muestras relacionadas.*

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Eficacia antes y Eficacia después	16	.195	.470

Fuente: Elaboración propia (2016)

**Tabla 33.** *Prueba de muestras relacionadas.*

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia antes - Eficacia después	-.043975000	.005878492	.001469623	-.047107427	-.040842573	-29.923	15	.000

Fuente: Elaboración propia (2016)

#### **V.-Toma de Decisión**

Como P-Valor es menor a 0,05, por lo tanto, hay diferencias estadísticamente significativas entre la eficiencia antes y después del Smed.

La aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016.

### 3.4.5. Evaluación de la Validez de la Hipótesis General

De la misma manera que con las hipótesis específicas, la hipótesis general: “La aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016., solo se podría considerar verdadera por inducción, al establecerse la veracidad de las hipótesis específicas que la conforman, así podemos agrupar las hipótesis específicas y sus resultados en la siguiente tabla:

**Tabla 34.** *Análisis de la Aceptación de la Hipótesis General como Respuesta Inductiva a los Resultados Estadísticos de sus Hipótesis Específicas.*

Hipótesis Específicas	Resultado Especifico
La aplicación del Smed no mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.	Se Rechaza
La aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.	Se acepta
La aplicación del Smed no mejora la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016.	Se Rechaza
La aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016.	Se acepta
Hipótesis General	Resultado Inductivo
La aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.	Se acepta

Fuente: Elaboración propia (2016)

## **IV.DISCUSIÓN**



La hipótesis general señala que la aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016, se observa que la media de la productividad antes del Smed es de 46,181.25y la media de la productividad después del Smed es de 48,791.25 (Tabla 16), encontrándose diferencias significativas entre la media de la productividad en el antes y después  $p < 0.05$  (Tabla 19). Este resultado concuerda con Muñoz (2014) en la tesis *“Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado”* cuando afirma que el mantenimiento permite que los procesos que generan valor al producto se realicen eficientemente y se mantengan dentro de los márgenes de seguridad y calidad esperados. De la misma manera, con Vásquez (2011) en la tesis *“Propuesta de un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área: ‘Construcción de llantas de camión radial’ de la empresa Continental Tire Andina S.A.”* que se dirige al uso de herramientas y métodos que les permita ser más eficientes y eficaces a la hora de alcanzar buenos resultados en los índices de productividad y por ende en sus balances financieros.<sup>20</sup>

Respecto a la hipótesis específica 1, que la aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016, se observa que la media de la eficiencia antes del Smed es de 0.92 (92%), y la media de la eficiencia después del Smed es de 0.96 (96%) (Tabla 24), encontrándose diferencias significativas entre la media del puntaje de la eficiencia en el antes y después  $p < 0.05$  (Tabla 26). Resultado que coincide con Hernández (2015) en la tesis *“Propuesta de reducción del retraso de productos terminados en el área de producción de una empresa metalmecánica mediante la Teoría de las Restricciones y herramientas Lean”*<sup>21</sup> con un proyecto que permitió reducir significativamente las horas improductivas, ofreciendo más tiempo productivo. Y como resalta Pérez (2013) en la tesis *“Plan de mejora para la reducción del*

---

<sup>20</sup> MINOR López, Oscar Jair. *Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos*. Tesis. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014, 116 p.

<sup>21</sup> HERNÁNDEZ Quispe, Edison Yordano. *Propuesta de reducción del retraso de productos terminados en el área de producción de una empresa metalmecánica mediante la Teoría de Restricciones y herramientas Lean*. Tesis (ingeniero industrial)

*tiempo de cambio de formato (set-up) en una máquina electrosoldadora de malla para el sector construcción aplicando metodología SMED*”, es necesario el diagnóstico para el desarrollo e implementación con éxito del plan de mejora, con la finalidad de reducir los tiempos de cambio.<sup>22</sup>

En cuanto a la hipótesis específica 2, que la aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016, se observa que la media de la eficacia antes del Smed es de 0.92 (92%), y la media de la eficacia después del Smed es de 0.96 (96%) (Tabla 31), encontrándose diferencias significativas entre la media del puntaje de la eficacia en el antes y después  $p < 0.05$  (Tabla 33). Así, se pudo reducir los tiempos, como también resalta Minor (2014) en la tesis “*Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos*” que enfocó la metodología en la mayor criticidad las limpiezas mayores que son las que le suman mayor tiempo muerto a las líneas de empaque. También Puyen (2011) en la tesis “*Análisis de un sistema de producción bajo el enfoque Lean Manufacturing para la optimización de la cadena productiva de la empresa Induplast*” que sostiene que el SMED es un método que se usa para reducir los tiempos de cambio de modelo en las máquinas o líneas de producción, cuyo objetivo es hacer efectivamente los cambios de herramientas en menos de 10 minutos.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> PÉREZ, J. (2013), “*Plan de mejora para la reducción del tiempo de cambio de formato (set-up) en una máquina electrosoldadora de malla para el sector construcción aplicando metodología SMED*”, (Ingeniero Industrial). Universidad de Ciencias Aplicadas del Perú.

<sup>23</sup> MINOR López, Oscar Jair. *Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos*. Tesis. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014, 116 p.

## **V. CONCLUSIÓN**

Primero: La aplicación del Smed mejora significativamente la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016. Esto se observó en la prueba T donde la media de la productividad antes del Smed es de 46,181.25 y la media del puntaje de la productividad después del Smed es de 48,791.25 así como una  $\text{sig} = 0.000 < 0.05$  por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Segundo: La aplicación del Smed mejora significativamente la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016. Esto se observó en la prueba T donde la media de la eficiencia antes del Smed es de 0.92 (92%), y la media del puntaje de la eficiencia después del Smed es de 0.96 (96%), así como una  $\text{sig} = 0.000 < 0.05$  por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. La diferencia es de 4% (Tabla 26).

Tercero: La aplicación de herramientas del Smed mejora significativamente la eficacia en una línea de producción manufacturera de una empresa pañalera, Ate, 2016. Esto se observó en la prueba T donde la media de la eficacia antes del Smed es de 0.92 (92%), y la media del puntaje de la eficacia después del Smed es de 0.96 (96%), así como una  $\text{sig} = 0.000 < 0.05$  por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. La diferencia es de 4% (Tabla 33).

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda:

A los Analistas del área de producción de la empresa en estudio, a fin de alcanzar los mayores resultados con la aplicación del Smed se debe continuar con el seguimiento al Plan de cambio de formato (Ver anexo 3) dicho plan debe estar impresa en hoja A2 al pie de la línea a intervenir, debe ser expuesta a todos los involucrados en el cambio y que se cumpla cada tarea programada, como parte del Smed, a fin de mantener el cumplimiento del plan de producción en el tiempo señalado.

A los jefes de planta del Área de Producción a utilizar el formato de los planes de acción de formación (Ver anexo10), para poder llevar un mejor seguimiento de las tareas a realizar, teniendo reuniones periódicas, dando entrenamiento a los operadores de las máquinas que servirá para tener un mejor control de las tareas programadas y que el equipo sepa que la aplicación del Smed es de importancia para la línea y que gracias a sus beneficios en la eficiencia, genera ahorros sustanciales en el uso de los recursos, principalmente el tiempo.

A los operadores líderes del área de Producción ya que de ellos depende fomentar e influir en la utilización de la metodología Smed que ayuden a reducir los tiempos de cambios, con ello se garantiza el incremento de la productividad. Por lo tanto se sugiere que se ponga en práctica el flujograma elaborado (Ver anexo 11) donde se indica de forma dinámica, la secuencia que se debe seguir para ejecutar un cambio de forma correcta, esto debe ser expuesto y divulgados a todos los miembros de la compañía, las capacitaciones deben cumplirse con frecuencia a fin de aplicar adecuadamente la metodología del Smed para mantener la eficacia lograda.

## **VII. REFERENCIAS**

### **Libros impresos:**

GARCÍA Cantú, Alfonso. Productividad y reducción de costos. 2da ed. México; editorial Trillas, 2011, 304 p.  
ISBN: 978-607-17-0733-8

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, 2014. 705 p.

SANTOS, Javier, WYSK, Richard A.; TORRES, Jose Manuel. Mejorando la producción con lean thinking. Madrid, 2010, 320 p.  
ISBN: 978-84-368-2422-3

JOSE Agustín, Cruelles Ruiz. Productividad e incentivos. México, 2012, 220 p.  
ISBN: 978-84-267-1791-7

RAJADELL Carreras, Manuel; SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Madrid: Díaz de Santos, 2010, 268 p.  
ISBN: 978-84-7978-967-1

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para la elaboración de proyectos de investigación científica. Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 2° ed. Perú. Editorial San Marcos E.I.R.L., 2014, 495 p.  
ISBN: 978-612-302-878-7.

### **Libros virtuales:**

ESPIN Carbonell, Francisco. Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación. Revista de investigación, 2013, 11 p.  
<http://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>

### **Tesis:**

BALUIS Flores, Carlos Andrés. Optimización de Procesos en la Fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing. Tesis (ingeniero industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013, 103 p.



Disponible en:

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5001/BALUIS\\_CARLOS\\_OPTIMIZACION\\_PROCESOS\\_FABRICACION\\_TERMAS\\_ELECTRICAS\\_LEAN\\_MANUFACTURING.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5001/BALUIS_CARLOS_OPTIMIZACION_PROCESOS_FABRICACION_TERMAS_ELECTRICAS_LEAN_MANUFACTURING.pdf?sequence=1)

FLORES Mota, María Gabriela. Aplicación del sistema Kaizen en la industria de empaques flexibles. Tesis (Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, 2003, 192 p.

Disponible en:

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1231\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1231_IN.pdf)

HERNÁNDEZ Quispe, Edison Yordano. Propuesta de reducción del retraso de productos terminados en el área de producción de una empresa metalmecánica mediante la Teoría de Restricciones y herramientas Lean. Tesis (ingeniero industrial).

Disponible en:

<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/581876/1/Tesis+Edisson+Hernandez+final.pdf>

MEJIA Carrera, Samir Alexander. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (ingeniero industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013, 119 p.

MINOR López, Oscar Jair. Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos. Tesis. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014, 116 p.

Disponible en:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.10/5453/Facultad%20de%20Ingenieria,%20Ingenieria%20Industrial,%20APLICACION%20DE%20LA%20METODOLOGIA%20SMED%20EN%20UNA%20LINEA%20DE%20EMPAQUE%20DE%20FARMACOS,%20Oscar%20Jair%20Minor%20Lopez,%20Silvina%20Hernandez%20Garcia,%202014.pdf?sequence=1>

OLIVARES Checa, Harry. Propuesta de reducción de setup en el área de extrusión para la producción de tubos de polietileno de alta densidad en una empresa de plásticos. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas del Perú. 2013, 108 p.

Disponible en:

[http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/305906/2/olivares\\_ch-rest-delfos.pdf](http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/305906/2/olivares_ch-rest-delfos.pdf)

PALOMINO Espinoza, Miguel Alexis. Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Tesis (ingeniero industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.

PUYEN Barturen, Elvia Rosa. Enfoque Lean Manufacturing para la optimización de la cadena productiva de la empresa Induplast. Tesis (ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 129 p.

RAMOS Flores, José Miguel. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (ingeniero industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012. 131 p.  
Disponible en:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1652/RAMOS\\_FLORES\\_JOSE\\_FIDEOS\\_MANUFACTURA\\_ESBELTA.pdf?sequence=1](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1652/RAMOS_FLORES_JOSE_FIDEOS_MANUFACTURA_ESBELTA.pdf?sequence=1)

SICAJÁ Aldi, Douglas Alexander. Rediseño del sistema de control para mejorar la productividad y la eficiencia de la producción de cereal de arroz recubierto con chocolate. Tesis (Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010, 182 p.  
Disponible en:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2177\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2177_IN.pdf)

VÁZQUEZ, Mosquera David Andrés. Propuesta de un plan para la aplicación de la estrategia SMED en el área: Construcción de llantas de camión radial de la empresa Continental Tire Andina S.A. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2011, 190 p.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de coherencia.

TITULO: **Aplicación del Smed para mejorar la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS
<p><b>PROBLEMA PRINCIPAL:</b></p> <p>¿Cómo la aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016?</p> <p><b>PROBLEMAS SECUNDARIOS:</b></p> <p>¿Cómo la aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016?</p> <p>¿Cómo la aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Determinar como la aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b></p> <p>Determinar como la aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.</p> <p>Determinar como la aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b></p> <p>La aplicación del Smed mejora la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS:</b></p> <p>La aplicación del Smed mejora la eficiencia en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.</p> <p>La aplicación del Smed mejora la eficacia en una línea de producción de una empresa, manufacturera, Santa Clara, 2016</p>

Elaboración propia.

## Anexo 2. Instrumento de investigación.

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 1 HOJA DE REGISTRO

#### SMED

DIMENSIÓN	INDICADOR	Semanas de observación															TOTAL	CALIFICACIÓN
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Etapa preliminar	Tiempo de cambio 1+Tiempo de cambio 2+Tiempo de cambio n																	
	Total de tiempos de cambio																	
	(Tiempo de cambio 1+Tiempo de cambio 2+Tiempo de cambio n)/(Total de tiempos de cambio)																	
Primera etapa. Separar tareas internas y externas	N° de movimientos preparación																	
	N° de movimientos internos)/(Total de tiempo por operación)																	
	N° de movimientos preparación+N° de movimientos internos)/(Total de tiempo por operación)																	
	N° de movimientos preparación+N° de movimientos internos)/(Total de tiempo por operación)																	
Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas	N° de ajustes realizados en la preparación																	
	Total de tiempo por operación																	
	N° de ajustes realizados en la preparación)/(Total de tiempo por operación)																	
Tercera etapa. Mejorar todas las tareas	Tiempos de cambio																	
	N° total de preparaciones de la operación																	
	Tiempos de cambio)/(N° total de preparaciones de la operación)																	

Elaboración propia.

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

### HOJA DE REGISTRO

#### PRODUCTIVIDAD

DIMENSIÓN	INDICADOR	SEMANAS DE OBSERVACIÓN																TOTAL	CALIFICACIÓN
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Eficiencia	Horas programados																		
	Horas utilizados																		
	Horas programados / Horas utilizados																		
Eficacia	Productos logrados																		
	Productos programadas																		
	Productos logrados / Productos programadas																		

Elaboración propia.

### Anexo 3. Plan de cambio de formato.

FORMATO DE PLAN DE CAMBIO DE GRADO																															
Máquina: Fecha: De producto:																															
Lider: A producto:																															
OBJETIVOS		Hora Inicio	Hora Final																												
TIEMPO HERRAMIENTA																															
TIEMPO AJUSTE																															
Inspector de calidad:																															
Nº	Acción	Tipo de Actividad (Interna/Externa)	Tipo de Estándar	Asignado a	Apoyo	Tiempo Planeado	Hora Inicio	Hora Final	Tiempo Real	Responsable	CHECK	730	735	740	745	750	755	800	805	810	815	820	825	830	835	840	845	850	855	900	
TAREAS PREVIAS DEL CG (MAX 24H ANTES)																															
1	Cambio de teflones de zapatas del Oscar	Interna																													
2	Cambio de teflones al hefty	Interna																													
3	Cambio de teflones de la espada "Blade folder"	Interna																													
4	Limpieza del Elmer Posterior con aire comprimido	Interna																													
5	Limpieza de prensas del debulker	Interna																													
6	Cambio de piel de gallina a tracción del corte final	Interna																													
7	Revisión y/o cambio de insertos del Oscar (si es necesario)	Interna																													
8	Verificación o cambio de manguera del Oscar	Interna																													
9	Inspección o cambio de rodillos tractores de la 4200, 530 y 600	Interna																													
10	Cambio de teflones y piel de gallina de bagger	Interna																													
11	Cambio de Bagger #1 (pines y bolsas)	Externa																													
12	Guardar seteos de la corrida anterior	Externa																													
13	Guardar los ajustes de adhesivos y enviarlos por correo	Externa																													
14	Cambio de teflones del rodillo de construcción	Interna																													
15	Cercar el área con cinta de seguridad para el CG	Externa																													
TIEMPO DE HERRAMIENTA																															
TRABAJOS ADHESIVOS																															
16	Cambio de labio de poly (Construcción)	Interna																													
17	Cambio de labio de Tack down	Interna																													
18	Revisión del ángulo de cola azul	Interna																													
19	Cambio de boquillas en aplicación Laminator (Summit)	Interna																													
TRABAJOS ELECTRÓNICOS																															
20	Cambio de grado PRISM y WONDEWARE	Interna																													
21	Cambio de grado VISION (FOD, Surge, I2)	Interna																													
22	Revisión de parametros del cambio de grado	Externa																													
23	Inspección y/o cambio de barras de sellado	Interna																													
24	Modificar la impresión de trazabilidad según la filas por paquete	Interna																													
25	Cambio de grado en Detector de metales	Interna																													
26	Verificación de cámara checker	Externa																													
27	Cambio de dbund	Externa																													
TRABAJOS MECANICOS																															
28	Cambio de Bagger #2	Externa																													
29	Cambio de pockets	Interna																													
TRABAJOS OPERATIVOS DEL CG																															
30	Actualizar ajustes de adhesivos	Interna																													
31	Regulación Fifes Poly (Estacion 1050)	Interna																													
32	Regulación aplicador de adhesivo y rodillos guías (Estacion 550-5300)	Interna																													
33	Regulación de Fifes de Poly (estación 530)	Interna																													
34	Regulación de aplicadores de elástico de pierna en CD	Interna																													
35	Regulación de tela de barrera y puntero laser (salida de 4200)	Interna																													
36	Regulación aplicador de adhesivo y rodillos guías (Estacion 600)	Interna																													
37	Regulación de punteros laser antes de Elmer posterior y después del	Interna																													
38	Regulación del hefty	Interna																													
39	Colocar en punto cero el corte final	Interna																													
TAREAS ADICIONALES																															
40	Cambio de reductores	Interna																													
41	Cambiar boquillas del surge	Interna																													
TAREAS DE HOUSEKEEPING																															
42	Limpieza de optima y agrupador	Interna																													
43	Limpieza de zona de formación	Externa																													
44	Limpieza de filtro rotativo (en automático)	Interna																													
45	Limpieza de zona de transmisión	Interna																													
46	Limpieza de pockets	Interna																													
47	Limpieza de faja 18	Interna																													
TAREAS DE CENTERLINING Y/O SEGURIDAD (Turno previo al turno del CG)																															
48	Alistar las cajas de bloqueo	Externa																													
TAREAS POSTERIORES DEL CG																															
FIRMA DEL LIDER DEL CAMBIO DE GRADO																															
* Ir registrando los tiempos de las tareas de acuerdo a como se vayan ejecutando y archivar.																															

Fuente: Elaboración propia (2016)

#### **Anexo 4. Instrumento de medición.**

Cronómetro para toma de tiempo



Fuente: La empresa (2015)



## Anexo 5. Informe de Calibración



Laboratorio de Tiempo y Frecuencia


### Informe de Calibración

**LTF - 006 - 2016**

Página 1 de 5

Expediente	88082	Este informe de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	KIMBERLY CLARK PERU S.R.L.	
Dirección	Av. Nicolás Ayllón N° 8400 - Ate	
Instrumento de Medición	CRONÓMETRO	La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).
Marca	CASIO	
Modelo	HS-30W	
Procedencia	JAPAN	La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las intercomparaciones que éste realiza en la región.
Alcance de Indicación	9 h 59 min 59,99 s	
Resolución	0,01 s	
Exactitud	0,00058% ( * )	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Número de Serie	EM-102 ( ** )	
Fecha de Calibración	2016-03-22	

Este informe de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.  
Informes sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Responsable del Área de Electricidad y Termometría	Responsable del laboratorio
 2016-03-23	 EDWIN FRANCISCO GUILLEN MESTAS	 HENRY DIAZ CHONATE

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Cereñas N° 815, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 7591  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

## Anexo 6. Datos tomados.

Producción antes							
Semana	Producción por hora a velocidad de 840 ppm.	Turnos por día	Producción por turno	Producción Total por día	Producción planeada por semana	Perdida de Producción por paradas	Producción real por semana
1	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	831.600,00	7.635.600,00
2	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	725.760,00	7.741.440,00
3	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	725.760,00	7.741.440,00
4	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	635.040,00	7.832.160,00
5	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	680.400,00	7.786.800,00
6	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	695.520,00	7.771.680,00
7	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	740.880,00	7.726.320,00
8	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	635.040,00	7.832.160,00
9	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	695.520,00	7.771.680,00
10	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	740.880,00	7.726.320,00
11	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	740.880,00	7.726.320,00
12	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	710.640,00	7.756.560,00
13	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	665.280,00	7.801.920,00
14	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	710.640,00	7.756.560,00
15	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	725.760,00	7.741.440,00
16	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	680.400,00	7.786.800,00

Fuente: Elaboración propia (2016)

Producción después							
Semana	Producción por hora a velocidad de 840 ppm.	Turnos por día	Producción por turno	Producción Total por día	Producción planeada por semana	Perdida de Producción por paradas	Producción real por semana
1	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	287.280,00	8.179.920,00
2	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	241.920,00	8.225.280,00
3	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	272.160,00	8.195.040,00
4	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	257.040,00	8.210.160,00
5	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	287.280,00	8.179.920,00
6	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	317.520,00	8.149.680,00
7	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	272.160,00	8.195.040,00
8	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	287.280,00	8.179.920,00
9	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	332.640,00	8.134.560,00
10	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	257.040,00	8.210.160,00
11	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	226.800,00	8.240.400,00
12	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	241.920,00	8.225.280,00
13	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	241.920,00	8.225.280,00
14	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	211.680,00	8.255.520,00
15	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	287.280,00	8.179.920,00
16	50.400,00	3,00	403.200,00	1.209.600,00	8.467.200,00	302.400,00	8.164.800,00

Fuente: Elaboración propia (2016)

## Anexo 7. Costo por paradas

### Costo por paradas antes

COSTO PARADA POR HORA MÁQUINA	TOTAL CAMBIOS POR SEMANA	TIEMPO de parada (HORAS)	TOTAL HORASde parada POR SEMANA	COSTO TOTAL DE HORAS DE MAQUINA PARADA A LA SEMANA
\$700	3	5,5	17	\$ 11.550,00
\$700	3	4,8	14	\$ 10.080,00
\$700	3	4,8	14	\$ 10.080,00
\$700	3	4,2	13	\$ 8.820,00
\$700	3	4,5	14	\$ 9.450,00
\$700	3	4,6	14	\$ 9.660,00
\$700	3	4,9	15	\$ 10.290,00
\$700	3	4,2	13	\$ 8.820,00
\$700	3	4,6	14	\$ 9.660,00
\$700	3	4,9	15	\$ 10.290,00
\$700	3	4,9	15	\$ 10.290,00
\$700	3	4,7	14	\$ 9.870,00
\$700	3	4,4	13	\$ 9.240,00
\$700	3	4,7	14	\$ 9.870,00
\$700	3	4,8	14	\$ 10.080,00
\$700	3	4,5	14	\$ 9.450,00

Fuente: Elaboración propia (2016)

### Costo por paradas después

COSTO PARADA POR HORA MÁQUINA	TOTAL CAMBIOS POR SEMANA	TIEMPO de parada (HORAS)	TOTAL HORASde parada POR SEMANA	COSTO TOTAL DE HORAS DE MAQUINA PARADA A LA SEMANA
\$700	3	1,9	6	\$ 3.990,00
\$700	3	1,6	5	\$ 3.360,00
\$700	3	1,8	5	\$ 3.780,00
\$700	3	1,7	5	\$ 3.570,00
\$700	3	1,9	6	\$ 3.990,00
\$700	3	2,1	6	\$ 4.410,00
\$700	3	1,8	5	\$ 3.780,00
\$700	3	1,9	6	\$ 3.990,00
\$700	3	2,2	7	\$ 4.620,00
\$700	3	1,7	5	\$ 3.570,00
\$700	3	1,5	5	\$ 3.150,00
\$700	3	1,6	5	\$ 3.360,00
\$700	3	1,6	5	\$ 3.360,00
\$700	3	1,4	4	\$ 2.940,00
\$700	3	1,9	6	\$ 3.990,00
\$700	3	2	6	\$ 4.200,00

Fuente: Elaboración propia (2016)

## Anexo 8. Reporte de producción

	Semana	A	B	C	D	E	F	E / F	B / C	D / B
		Tiempo de preparación por cambio	Insumos programados (Horas máquina) 24hx7días	Insumos utilizados (Horas máquina) B+A	Insumos utilizados (Horas máquina) B-A	Producción real a 840 ppm	Meta a producir	Productividad	Eficiencia	Eficacia
ANTES	1	17	168.00	185	152	7,635,600.00	8,500,000.00	89.83%	91.06%	90.18%
	2	14	168.00	182	154	7,741,440.00	8,500,000.00	91.08%	92.11%	91.43%
	3	14	168.00	182	154	7,741,440.00	8,500,000.00	91.08%	92.11%	91.43%
	4	13	168.00	181	155	7,832,160.00	8,500,000.00	92.14%	93.02%	92.50%
	5	14	168.00	182	155	7,786,800.00	8,500,000.00	91.61%	92.56%	91.96%
	6	14	168.00	182	154	7,771,680.00	8,500,000.00	91.43%	92.41%	91.79%
	7	15	168.00	183	153	7,726,320.00	8,500,000.00	90.90%	91.95%	91.25%
	8	13	168.00	181	155	7,832,160.00	8,500,000.00	92.14%	93.02%	92.50%
	9	14	168.00	182	154	7,771,680.00	8,500,000.00	91.43%	92.41%	91.79%
	10	15	168.00	183	153	7,726,320.00	8,500,000.00	90.90%	91.95%	91.25%
	11	15	168.00	183	153	7,726,320.00	8,500,000.00	90.90%	91.95%	91.25%
	12	14	168.00	182	154	7,756,560.00	8,500,000.00	91.25%	92.26%	91.61%
	13	13	168.00	181	155	7,801,920.00	8,500,000.00	91.79%	92.72%	92.14%
	14	14	168.00	182	154	7,756,560.00	8,500,000.00	91.25%	92.26%	91.61%
	15	14	168.00	182	154	7,741,440.00	8,500,000.00	91.08%	92.11%	91.43%
	16	14	168.00	182	155	7,786,800.00	8,500,000.00	91.61%	92.56%	91.96%
DESPUES	1	6	168.00	174	162	8,179,920.00	8,500,000.00	96.23%	96.72%	96.61%
	2	5	168.00	173	163	8,225,280.00	8,500,000.00	96.77%	97.22%	97.14%
	3	5	168.00	173	163	8,195,040.00	8,500,000.00	96.41%	96.89%	96.79%
	4	5	168.00	173	163	8,210,160.00	8,500,000.00	96.59%	97.05%	96.96%
	5	6	168.00	174	162	8,179,920.00	8,500,000.00	96.23%	96.72%	96.61%
	6	6	168.00	174	162	8,149,680.00	8,500,000.00	95.88%	96.39%	96.25%
	7	5	168.00	173	163	8,195,040.00	8,500,000.00	96.41%	96.89%	96.79%
	8	6	168.00	174	162	8,179,920.00	8,500,000.00	96.23%	96.72%	96.61%
	9	7	168.00	175	161	8,134,560.00	8,500,000.00	95.70%	96.22%	96.07%
	10	5	168.00	173	163	8,210,160.00	8,500,000.00	96.59%	97.05%	96.96%
	11	5	168.00	173	164	8,240,400.00	8,500,000.00	96.95%	97.39%	97.32%
	12	5	168.00	173	163	8,225,280.00	8,500,000.00	96.77%	97.22%	97.14%
	13	5	168.00	173	163	8,225,280.00	8,500,000.00	96.77%	97.22%	97.14%
	14	4	168.00	172	164	8,255,520.00	8,500,000.00	97.12%	97.56%	97.50%
	15	6	168.00	174	162	8,179,920.00	8,500,000.00	96.23%	96.72%	96.61%
	16	6	168.00	174	162	8,164,800.00	8,500,000.00	96.06%	96.55%	96.43%

Fuente: Elaboración propia (2016)

## Anexo 9. Tiempo de ajustes de cambio.

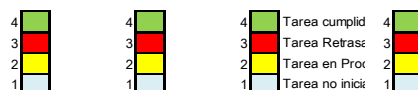
%		N°	TIEMPO DE AJUSTE DE CAMBIO	mié-21	mar-22	vie-23	sáb-24	dom-25	lun-26	mar-27	mié-28	jue-29	vie-30	sáb-01	dom-02	lun-03	mar-04	mié-05	jue-06	vie-07	sáb-08	dom-09	lun-10	mar-11	mié-12	jue-13	vie-14	sáb-15	dom-16	lun-17	mar-18	mié-19	jue-20	vie-21	sáb-22	dom-23	lun-24	mar-25					
100%	100%	1		Semana 4				Semana 5				Semana 6				Semana 7				Semana 8																							
			TIEMPO DE AJUSTE - MÉTODOS																																								
1	1	1	Definir líder de TA en Infant																																								
1	1	2	Elaborar flujo de actividades de técnicos y operadores durante el desarrollo del CG																																								
1	1	3	Dar entrenamiento de interpretación del Gantt al personal de máquina																																								
1	1	4	Elaborar el procedimiento de enhebrado durante el tiempo de ajuste despues de un CG																																								
1	1	5	dar entrenamiento del procedimiento de enhebrado en el CG																																								
1	1	6	Generar historial de alarmas en arranques de CG																																								
1	1	7	Asegurar 1 técnico electrónico adicional para soporte durante el tiempo de ajuste																																								
1	1	8	Incluir actividad de técnico electrónico para asegurar revisión de sistemas de aires.																																								
1	1	9	Elaborar ruta crítica de CG																																								
1	1	10	Coordinar formalización de líder de CG																																								
			TIEMPO DE AJUSTE - MANO DE OBRA																																								
1	1	11	Difundir el objetivo del SMED de CG a operadores y técnicos																																								
1	1	12	Determinar funciones del líder durante el proceso de CG.																																								
			TIEMPO DE AJUSTE - MÁQUINA																																								
1	1	13	Asegurar la supervisión de las tareas críticas previas y ejecutadas durante la actividad de Cambio																																								
1	1	14	Incluir en el Gantt intervención de electrónico previo a T. Ajuste																																								
1	1	15	Asegurar captura de Alarmas de fallas electrónicas; alimentar BD. (Coordinar electrónico para toma de datos)																																								
1	1	16	Asegurar el correcto doblez del pañal (asegurar check list y procedimiento ); controlar desfase en MD y CD																																								
1	1	17	Buscar no programar cambio de estación de Termosellado																																								
1	1	18	Implementar sistema Kamban de montaje del solo Wrap (estación termosellado).																																								
1	1	19	Identificar y ejecutar el punto cero de solo wrap y stacker durante el CG																																								
1	1	20	Evaluar si es factible setear valores del virtual del stacker																																								
1	1	21	Elaborar check list de solo wrap y stacker previo a arranque.																																								
1	1	22	Elaborar y asegurar la revisión del check list de montaje de estación del Elmer.																																								
1	1	23	Elaborar check list de alarmas previo a arranque de CG.																																								
1	1	24	Elaborar check list de revisión de conectores y componentes (4200,550,600)																																								
1	1	25	Elaborar Check list de recetas de adhesivos durante tiempo de ajuste.																																								
1	1	26	Elaborar e incluir actividad de verificación de sistema de aire en pantalla y dispositivo de activación.																																								

Fuente: Elaboración propia (2016)

## Anexo 10. Formato de plan de acción de formación

[illegible]

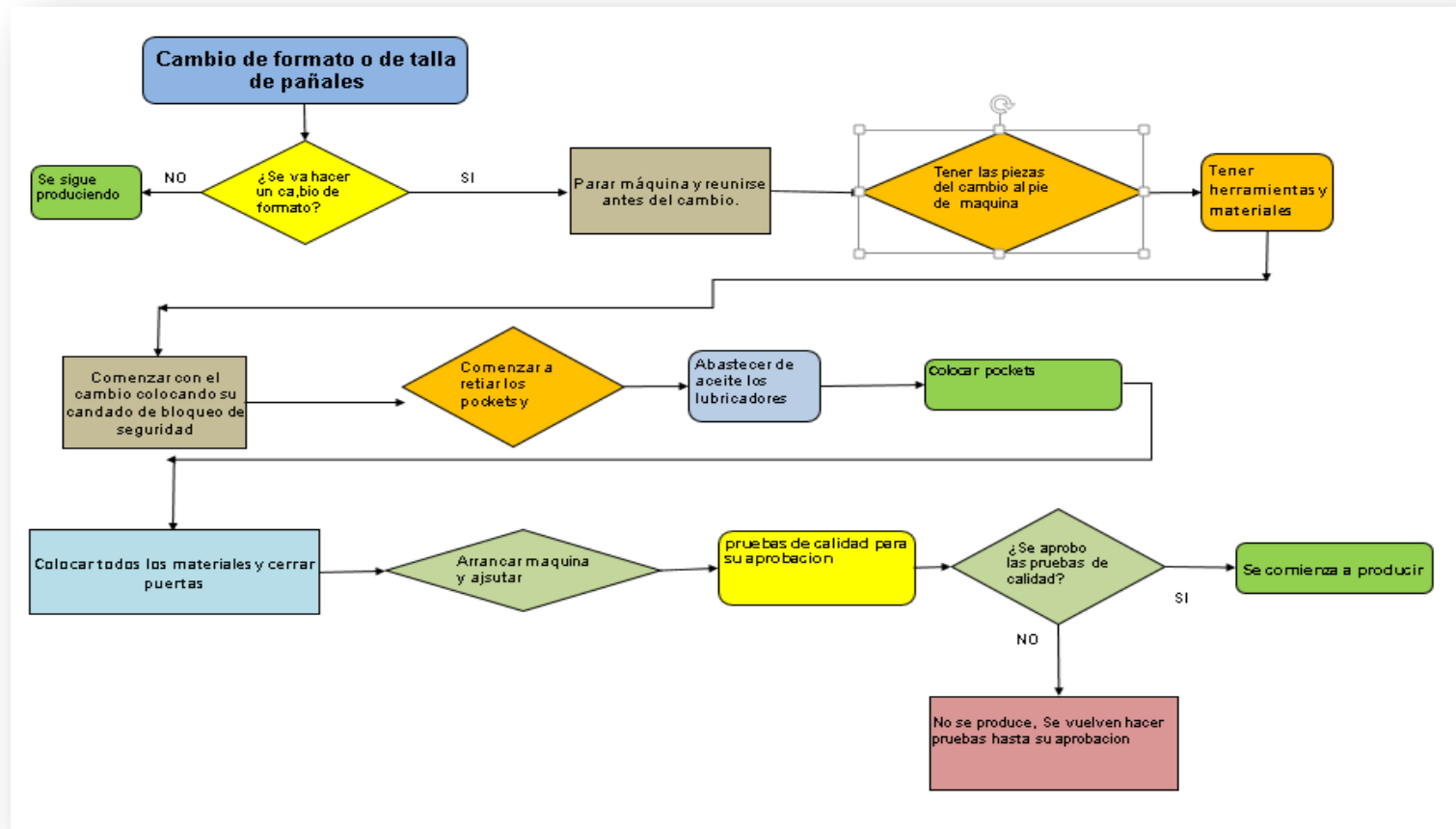
Fuente: Elaboración propia (2016)



En Proceso	
Concluido	
Atrasado	
Total Tareas	

## Anexo 11. Flujograma de los cambios de formato.

Flujograma de los cambios de formato



Fuente: La empresa (2015)

## **Anexo 12. Validación de expertos**

### **DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES**

#### **Variable Independiente: SMED**

“El SMED se traduce, literalmente, como <<cambio de utillajes en minutos de un solo dígito>> es decir, que las operaciones de cambio deben de hacerse en menos de diez minutos” (Santos, Wysk y Torres, 2010, p. 145).

#### **Dimensiones de las variables:**

##### **Etapas preliminar. Estudio de la operatividad**

La etapa preliminar del SMED consiste en estudiar la operatividad actual del cambio, porque lo que no se conoce no se puede mejorar. Es necesario conocer la media y la variabilidad del tiempo de cambio y a qué es debida esta última. (Santos et al, 2010, p. 153).

##### **Primera etapa. Separar tareas internas y externas**

La primera etapa consiste en separar aquellas operaciones que deben realizarse cuando la maquina todavía está procesando el lote anterior (operaciones externas) y las que será necesario ejecutar con la maquina parada (operaciones internas) El objetivo es separar las tareas atendiendo a su clasificación interna o externa. Esta clasificación respeta las mismas operaciones y duraciones del método actual, es decir, sin mejorar ninguna (Santos et al, 2010, p. 153).

##### **Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas**

La reducción que se obtiene en la primera etapa en la mayoría de los casos no es suficiente, así que el SMED continúa. Para reducir más el tiempo de cambios se plantea la necesidad de convertir algunas de las tareas internas en externas, de forma que se realicen con la maquina funcionando (Santos et al, 2010, p. 154).

##### **Tercera etapa. Mejorar todas las tareas**

Se trata de perfeccionar todas las tareas del cambio, tanto interna como externas, para reducir los tiempos de cada una de ellas, incluso eliminarlas. Si bien la metodología SMED aconseja seguir de forma sistemática las cuatro etapas, el sentido común dicta que, en la segunda etapa, no se invertirá en operaciones que previamente no se hayan optimizado (Santos et al, 2010, p. 156).



## **DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES**

### **Variable Dependiente: PRODUCTIVIDAD**

“La productividad es un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla” (Cruelles, 2012, p. 10).

### **Dimensiones de las variables:**

#### **Dimensión 1**

Eficiencia: García Cantú (2011) define: “Es la relación entre productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de producción que intervinieron” (p. 17).

#### **Dimensión 2**

Eficacia: “Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas” (García, 2011, p. 17).

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): CASTELLANO SILVA MARCIAL OSWALDO

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de formación para adultos SUBE de la EAP de Ingeniería Industrial en la sede Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Bachiller.

El título de mi proyecto de investigación es: **Aplicación del Smed para mejorar la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Luis Edilberto Olaya Nole  
D.N.I: 10721040

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE SMED**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: Etapa Preliminar	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Hoja de preparación de la media de los tiempos de cambios	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Primera etapa. Separar tareas internas y externas	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Hoja de preparación de tiempos por operación	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3: Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Hoja de preparación de tiempos promedio de ajustes	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 4: Tercera etapa. Mejorar todas las tareas	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Hoja de preparación del N° total de las preparaciones de la operación.	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA.

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable** [ ☒ ]      **Aplicable después de corregir** [ ☐ ]      **No aplicable** [ ☐ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: CASTELLANO SILVA MARCIAL OSWALDO    DNI: 42773815

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

28 de 12 del 2016



**Firma del Experto Informante.**

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Horas programados	/		/		/		
2	Horas utilizadas	/		/		/		
	<b>DIMENSIÓN 2: Eficacia</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Productos logrados	/		/		/		
4	Productos programados	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI SUFICIENTE

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [☒]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: CASTELLANO SILVA MARCIAL OSWALDO DNI: 42775815

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

28 de 12 del 2016



Firma del Experto Informante.

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): Teresa Miranda H.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de formación para adultos SUBE de la EAP de Ingeniería Industrial en la sede Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Bachiller.

El título de mi proyecto de investigación es: **Aplicación del Smed para mejorar la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



---

Firma  
Luis Edilberto Olaya Nole  
D.N.I: 10721040



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE SMED**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Etapa Preliminar							
	Hoja de preparación de la media de los tiempos de cambios	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Primera etapa. Separar tareas internas y externas	Si	No	Si	No	Si	No	
	Hoja de preparación de tiempos por operación	✓		✓		✓		
3	DIMENSIÓN 3: Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas	Si	No	Si	No	Si	No	
	Hoja de preparación de tiempos promedio de ajustes	✓		✓		✓		
4	DIMENSIÓN 4: Tercera etapa. Mejorar todas las tareas	Si	No	Si	No	Si	No	
	Hoja de preparación del N° total de las preparaciones de la operación.	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      Aplicable [X]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Teodoro J. Muanda H      DNI: 08076360

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

15 de DIC del 2016

Teodoro J. Muanda H

Firma del Experto Informante.

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Horas programados	✓		✓		✓		
2	Horas utilizadas	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Productos logrados	✓		✓		✓		
4	Productos programados	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable** [X]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Teresa Miranda H.      DNI: 08076360

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

15 de DIC del 2016

Teresa Miranda H.  
Firma del Experto Informante.

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita): Vega Malpica, Walter Leovito

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de formación para adultos SUBE de la EAP de Ingeniería Industrial en la sede Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual obtendremos el grado de Bachiller.

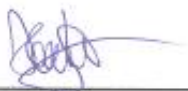
El título de mi proyecto de investigación es: **Aplicación del Smed para mejorar la productividad en los cambios de formatos de una empresa manufacturera, Santa Clara, 2016.** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma

Luis Edilberto Olaya Nole  
D.N.I: 10721040



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE SMED**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: Etapa Preliminar	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Hoja de preparación de la media de los tiempos de cambios	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Primera etapa. Separar tareas internas y externas	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Hoja de preparación de tiempos por operación	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3: Segunda etapa. Convertir tareas interna en externas	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Hoja de preparación de tiempos promedio de ajustes	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 4: Tercera etapa. Mejorar todas las tareas	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Hoja de preparación del N° total de las preparaciones de la operación.	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [X]**    **Aplicable después de corregir [ ]**    **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Jorge Yalpica Walter Leoncio    DNI: 09197825

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

11 de 01 del 2017.



**Firma del Experto Informante.**

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Horas programados	✓		✓		✓		
2	Horas utilizadas	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Productos logrados	✓		✓		✓		
4	Productos programados	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable ☒    Aplicable después de corregir ☐    No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Sega Malpica Walter Leoncio    DNI: 09197825

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

11 de 01 del 2017.

  
Firma del Experto Informante.